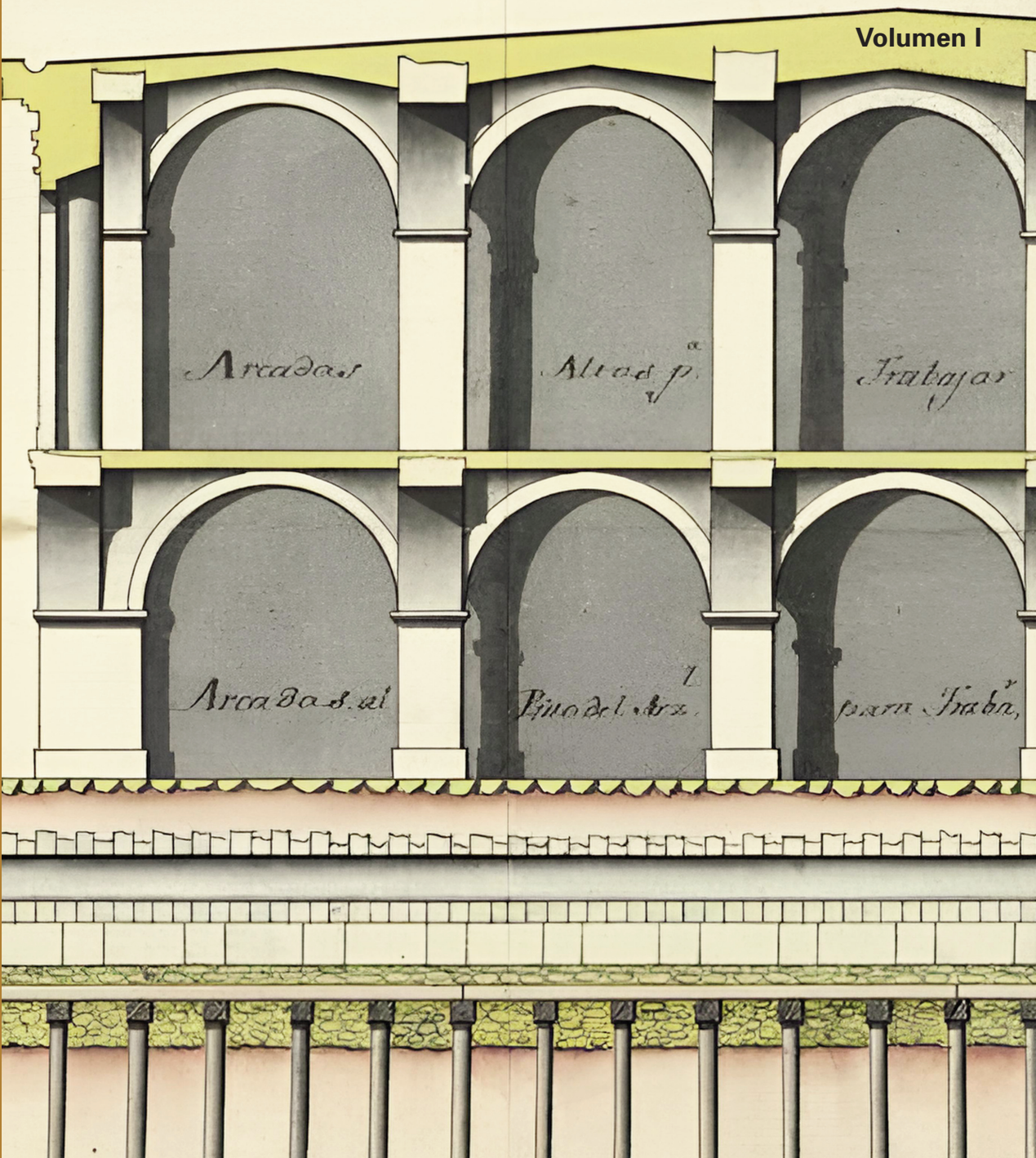
Actas del Decimocuarto Congreso Nacional y
Sexto Congreso Internacional Hispanoamericano de

Historia de la construcción

Cartagena, 8 a 11 de abril de 2026

Volumen I



Textos sobre Teoría e Historia de las Construcciones
Colección dirigida por Santiago Huerta

M. Arenillas et al. (Eds.). **Actas del V Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
F. Bores et al. (Eds.). **Actas del II Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
A. Buchanan et al. (Eds.). **Robert Willis. Science, Technology and Architecture in the Nineteenth Century**
A. Casas et al. (Eds.). **Actas del I Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
A. Choisy. **El arte de construir en Roma**
A. Choisy. **El arte de construir en Bizancio**
A. Choisy. **El arte de construir en Egipto**
A. Choisy. **Historia de la arquitectura**
J. I. Del Cueto et al. (Eds.). **Actas del III Congreso Int. Hispanoamericano de Historia de la Construcción**
P. Fuentes e I. Wouters (Eds.). **Brick vaults and Beyond. Transformation of a historical structural system**
I. J. Gil Crespo. (Ed.). **Historia, arquitectura y construcción fortificada**
J. Girón y S. Huerta. (Eds.) **Auguste Choisy (1841-1909). L'architecture et l'art de bâtir**
A. Graciani et al. (Eds.). **Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
R. Guastavino. **Escritos sobre la construcción cohesiva y su función en la arquitectura**
J. Heyman. **Análisis de estructuras: un estudio histórico**
J. Heyman. **El arco de fábrica**
J. Heyman. **El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica**
J. Heyman. **Equilibrio de cáscaras**
J. Heyman. **Geometry and Mechanics of Historic Structures**
J. Heyman. **La ciencia de las estructuras**
J. Heyman. **Teoría básica de estructuras**
J. Heyman. **Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica. 2 vols.**
J. Heyman. **Vigas y pórticos**
S. Huerta. **Arcos, bóvedas y cúpulas**. **Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica**
S. Huerta (Ed.). **Actas del IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
S. Huerta et al. (Eds.). **Actas del VI Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
S. Huerta et al. (Eds.). **Actas del VII Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
S. Huerta y F. López Ulloa (Eds.). **Actas del VIII Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
S. Huerta et al. (Eds.). **Actas del XI Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
S. Huerta y P. Fuentes (Eds.). **Actas del I Congreso Int. Hispanoamericano de Historia de la Construcción**
S. Huerta et al. (Eds.). **Actas del II Congreso Int. Hispanoamericano de Historia de la Construcción**
S. Huerta (Ed.). **Las bóvedas de Guastavino en América**
S. Huerta (Ed.). **Essays in the History of the Theory of Structures, in Honour of Jacques Heyman**
S. Huerta (Ed.). **Proceedings of the 1st International Congress on Construction History**
J. Ibáñez (Coord., Ed.). **Trazas, muestras y modelos de tradición gótica en la Península Ibérica, siglos XIII al XVI**
J. Ibáñez y B. Alonso. **El cimborrio en la arquitectura hispánica medieval y moderna**
J. M. Molero et al. (Eds.). **La construcción fortificada medieval**
J. Monasterio. **Nueva teórica sobre el empuje de las bóvedas** (en preparación)
J. R. Perronet. **La construcción de puentes en el siglo XVIII**
P. Plasencia-Lozano et al. (Eds.). **Actas del IV Congreso Int. Hispanoamericano de Historia de la Construcción**
E. Prieto et al. (Eds.). **Actas del V Congreso Int. Hispanoamericano de Historia de la Construcción**
G. E. Street. **La arquitectura gótica en España**
H. Thunnissen. **Bóvedas: su construcción y empleo en la arquitectura**
A. Truñó. **Construcción de bóvedas tabicadas**
E. Viollet-le-Duc. **La construcción medieval**
R. Willis. **La construcción de las bóvedas en la Edad Media**

***

La casi totalidad de los libros está en Acceso Abierto (open access) en *Internet Archive* (https://archive.org/details/texts)

Actas del XIV Congreso Nacional y
VI Congreso Internacional Hispanoamericano de

Historia de la Construcción

Decimocuarto Congreso Nacional y Sexto Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción. Cartagena, 8–11 abril de 2026

Organizado por

Sociedad Española de Historia de la Construcción
Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Edificación
Universidad Politécnica de Cartagena

Directores

Pau Natividad Vivó y Macarena Salcedo Galera

Presidente de la SEdHC

Santiago Huerta

Comité de Honor

Juan María Vázquez Rojas. *Consejero de Medio Ambiente, Universidades, Investigación y Mar Menor de la Región de Murcia*
Mathieu Kessler Neyer. *Rector de la Universidad Politécnica de Cartagena*
Fernando Miguel García Martín. *Director de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Edificación*
Ricardo Aroca Hernández-Ros. *Primer Presidente de la SEdHC*

Comité Organizador

Rosario María Baños Oliver
José Calvo López
Pedro Enrique Collado Espejo
Ricardo García Baño
Juan José Jorquera Lucerga
Vincenzina La Spina
Francisco Mamani Fuentes
David Navarro Moreno
Raffaele Pérez

Comité Científico

Presidente: Santiago Huerta

Nacional
Antonio Almagro Gorbea
Inmaculada Aguilar Civera
Rircardo Aroca Hernández-Ros
Jorge Bernabéu Larena
José Calvo López
Pepa Cassinello
Miguel Ángel Chamorro Trenado
Manuel Durán Fuentes
Paula Fuentes González
Rafael García García
Ignacio Javier Gil Crespo
Amparo Graciani García
Santiago Huerta
Vincenzina La Spina
Rafael Marín Sánchez
Gaspar Muñoz Cosme
Pau Natividad Vivó
Elena Ortueta Hilberath
Francisco Pinto Puerto
Pedro Plasencia Lozano
Enrique Rabasa Díaz
Esther Redondo Martínez
Antonio Ruiz Hernando
Macarena Salcedo Galera
Alberto Sanjurjo Álvarez
Fernando Vela Cossío
Arturo Zaragozá Catalán

Internacional
Bill Addis (Reino Unido)
Ignacio Arce (Jordania)
María de las Nieves Arias Incolla (Argentina)
Eugenia Azevedo Salomao (Brasil)
Tamara Blanes (Cuba)
Alessio Bortot (Italia)
Dirk Bühler (Alemania)
Mónica Cejudo Collera (México)
María Teresa Como (Italia)
Xavier Cortés de la Rocha (México)
Beatriz del Cueto (Puerto Rico)
Juan Ignacio del Cueto (México)
Milagros Flores Román (Puerto Rico)
Virginia Flores Sasso (Rep. Dominicana)
Jorge Galindo Díaz (Colombia)
Alberto Herrera (Colombia)
Pedro Augusto Hurtado Valdez (Perú)
María Carlota Ibañez (Venezuela)
Benjamín Ibarra Sevilla (México, EE. UU.)
Fabian López Ulloa (Ecuador)
Sandro Maino (Chile)
Joao Mascarenhas Mateus (Portugal)
Sandra Negro Tua (Perú)
Esteban Prieto Vicioso (Rep. Dominicana)
Mónica Silva Contreras (México)
Daniel Taboada Espinella (Cuba)
Isabel Rigol (Cuba)
Linda Roca Pezzotti (Rep. Dominicana)
Letzai Ruiz Valero (Venezuela)
Luis A. Torres (México)
David Wendland (Alemania)

Actas del Decimocuarto Congreso Nacional y
Sexto Congreso Internacional Hispanoamericano de

Historia de la Construcción

Cartagena, 8 – 11 de abril de 2026

Edición a cargo de:
Pau Natividad Vivó
Macarena Salcedo Galera
José Calvo López
Santiago Huerta

Volumen I

Sociedad Española de Historia de la Construcción
Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Edificación
de la Universidad Politécnica de Cartagena

© Sociedad Española de Historia de la Construcción
ISBN: 978-84-09-84450-0
Depósito legal: MU 414-2026
Portada: Arsenal de Cartagena. Perfil cortado desde el Dique Grande a los Molinos de las Bombas. Archivo General de Simancas. Detalle
Fotocomposición e impresión: GRACEL ASOCIADOS S.L.L.

Índice

Volumen I

Prólogo *Pau Natividad Vivó, Macarena Salcedo Galera, José Calvo López* xi

Acale Sánchez, Fernando. La construcción del Gobierno Militar de Cartagena 1

Addis, Bill. Aprendiendo sobre la comprensión estructural y los métodos de diseño a lo largo de la historia a través de peritajes e investigaciones públicas 13

Alonso Hernández, Jorge Ernesto. Desplazamiento vertical de una casona catalogada en la Ciudad de México 25

Antuña Bernardo, Joaquín; David Sanz; Cristina Mayo Corrochano. 125 aniversario del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales: El archivo del Laboratorio 35

Arteaga Botero, Gustavo Adolfo. Cimentaciones en la colonia temprana. Colonización productiva andina y las transiciones técnicas en Colombia 45

Atienza Fuente, Javier. Elementos latericios singulares pertenecientes a la bóveda del apodytherium del complejo termal monumental de la ciudad hispanorromana de Valeria (Cuenca) 53

Azevedo Salomao, Eugenia María. Cambios constructivos en Morelia, Michoacán, México, siglo XX. Tradición constructiva y llegada del concreto armado 61

Bares, María Mercedes. Construcciones oblicuas en la Roma del siglo XVI. Orígenes y trayectoria 71

Bargón García, Marina. El oficio de paredero y la construcción en piedra seca en Alburquerque durante el siglo XX: la familia Bargón 83

Bellido Pla, Rosa; Ana Escobar González. Las puertas de la muralla de Burgos. Una aproximación histórico-constructiva 93

Bühler, Dirk. Los ingenieros del Ferrocarril Mexicano en la transferencia de conocimientos en la construcción 107

Camino Olea, María Soledad; Marta Andrés Ferrero; Alejandro Cabeza Prieto. La construcción de la ornamentación de las fachadas de ladrillo al descubierto de finales del siglo XIX y principios del XX. El caso de la ciudad de Valladolid 117

Cano Murillo, Enrique Martín; Pedro Tlatoani Molotla Xolalpa. Escuela Primaria Benito Juárez (1928-1933), Colonia Bellavista, Ciudad Juárez, Chihuahua 127

Carmona-López, Laura; Mathias Häcki. El puente medieval de Frías: análisis geométrico de sus arcos 137

Cejudo Collera, Mónica; Pedro Gómez Molina. El manejo hídrico en la Nueva España durante el siglo XVIII. Las presas, diques y acueductos de ingenieros militares 145

Chacón Guerrero, María del Carmen. Sistemas constructivos de las murallas de Córdoba: el caso del recinto de la Axerquía 155

Chiovelli, Renzo; Giulia Maria Palma; Vania Rocchi. Il puzzle architettonico della cattedrale di Viterbo ricomposto mediante l'indagine delle sue tecniche costruttive (805-1956) 167

Chu, Minghong. La bóveda por esquinas: la técnica constructiva y su transmisión en la Ruta de la Seda 177

Contreras Lara, Carla Adriana. Diseño de estructuras neogóticas en México: Entre la manufactura y la fe 189

Contreras Padilla, Alejandra. El Templo de Loreto en la ciudad de México y el cambio de paradigma en la geometría y el equilibrio de los edificios religiosos virreinales 197

Correa, María Victoria; Liuba Alberti; Pablo Lacoste; Juan Blánquez. Obras de Restauración en el Pukará de Lasana a Mediados del Siglo XX 207

De Angelis, Arianna. La historia italiana de las bóvedas tabicadas: actualización del estado del arte y nuevas perspectivas de investigación 217

De Jesús Gallegos Ruiz, Eder Antonio. Antemural de las Indias: obras de reparo de las estructuras estratégicas militares en Manila, siglo XVIII 227

Del Cueto, Beatriz. Una relación simbiótica única entre arquitecto y constructor en el Caribe hispano 235

Díaz del Campo Martín-Mantero, Ramón V. Miguel Fisac: experimentación con hormigón en un lugar de La Mancha 249

Etxepare Igiñiz, Lauren; Itziar Rodríguez Oyarzabal; Iñigo Lizundia Uranga. La Escuela de Arquitectura de San Sebastián (1988). Aspectos constructivos de un edificio de la Tendenza 259

Fernández Ramírez, Norbisley; C. Adela García Yero. Constructores, asociaciones y negocios de la construcción Camagüey (1898-1959) 271

Fuentes, Paula; Rosa Ana Guerra-Pestonit. La iglesia del Monasterio de Santa María de Armenteira y su cúpula de arcos entrecruzados 281

Gallart i Figueras, Quim; Miquel Àngel Chamorro Trenado. El castillo de Montgrí: tipología y detalles constructivos 293

García García, Rafael. De Jena al Evoluon, pasando por Novosibirsk, Matsuyama, Toronto y Niemeyer. Cúpulas laminares de hormigón con apoyo continuo 303

García Sáez, Joaquín Francisco. La torre de la iglesia de la Asunción de Almansa 315

Gil Crespo, Ignacio Javier; Estefanía Herrero García; Paloma Bel Borja. Historia de un arbotante: construcción, colapso y reformas históricas de la torre de la Zuda del Museo de Huesca 325

Gómez Capilla, Juan Manuel; Josefina García-León; Manuel A. Ródenas López. Estudio del Paisaje: la Ermita de San Sebastián y Cehegín 339

González Gottdiener, Isaura. Arte, ingeniería y arquitectura: la construcción del Espacio Escultórico y el Paseo de las Esculturas de la UNAM 349

González Servín, María Lilia. Sistema constructivo con carácter preventivo en hospitales de México al inicio del siglo XX 361

Hernández Hernández, Agustín. Análisis de deformaciones en estructuras históricas abovedadas de mampostería 371

Hidalgo Mora, Javier; Gracia López Patiño; Santiago Tormo Esteve. Relectura constructiva de la "Tortada" de Goerlich: estudio, análisis y clasificación de los restos de una arquitectura urbana desaparecida (Valencia, 1933–1961) 381

Huerta, Santiago. Consolidación estructural en el siglo XVI: Santa María La Antigua de Valladolid y Rodrigo Gil de Hontañón 389

Hurtado-Valdez, Pedro. La iglesia jesuita de la villa San Clemente de Mancera (Pisco) y la consolidación del sistema constructivo sismorresistente en la costa sur peruana a inicios del siglo XVIII 403

Iborra Bernad, Federico. El compás de cantero en la Edad Moderna 413

Jorquera Lucerga, Juan José; Maria E. M. Garlock. Paraguas octogonales: un experimento de Félix Candela 423

La Spina, Vincenzina; David Navarro Moreno. La reconstrucción resiliente tras desastres naturales: La riada de Santa Teresa de 1879 en Murcia (España) 431

Volumen II

López García, J. Jesús. Estructuras laminares de concreto armado: Plástica y técnica en la arquitectura de Aguascalientes, México 445

López-Pinto Marrero, José Victoriano. La Casa Franciscana en el Puerto de la Luz (1905–1910): Parte del legado de Hormigón Armado de Laureano Arrollo en Canarias 453

Maino Ansaldo, Sandro; Matías Correa Díaz; Erika Ramírez Lobos; Daniela Gil Brignardello. El análisis de daños y las propuestas de reconstrucción de edificios del siglo XIX en Valparaíso 463

Maira Vidal, Rocío. La bóveda aquitana en Salamanca y Ciudad Rodrigo: dos soluciones constructivas para una misma tipología 473

Mamani Fuentes, Francisco. Contra el albañil Antonio Cid: un litigio sobre la escasez de constructores en Santafé de Bogotá (1579-1580, Nuevo Reino de Granada) 485

Mancera Sánchez, Raquel. El puente de fábrica de la Hacienda Molino de Flores. Texcoco, Estado de México 491

Marrero, Alain. La Real Factoría de Tabacos de La Habana (1722 – 1821) 499

Martínez Aguilar, Gladys. Técnicas constructivas aplicadas en cimentaciones de las fortificaciones veracruzanas durante el siglo XVIII y principios del XIX 509

Mazzanti, Claudio. La tecnica costruttiva dei castelli medievali lungo il fiume Pescara 519

Mora Vicente, Gregorio Manuel. Variables para la asignatura Historia de la Construcción. Una experiencia en la Escuela Sevillana de Edificación 529

Moya Olmedo, Pilar; Núñez González, María. Puertas y puertos: La construcción portuaria y urbana de Sevilla y Veracruz en el siglo XVI a partir de sus dibujos 537

Muñoz Sánchez, Pedro A. Construcción y saberes compartidos: materiales y técnicas en la arquitectura conventual del siglo XVI en Puebla, México 547

Natividad Vivó, Pau; Rosario María Baños Oliver. El ochavo de Santiago en Jumilla: geometría y estereotomía 559

Negro, Sandra; Samuel Amorós. La construcción en las casas de morada limeñas en el Perú virreinal (1570-1687) 571

Pastrana Salcedo, Tarsicio. Sistemas constructivos para el manejo de agua en el antiguo convento de las Capuchinas en Querétaro México 581

Pérez de la Cruz, Francisco Javier; González Soutelo, Silvia; Carrillo Sánchez, José María. Termalismo antiguo y sistemas hidráulicos. Análisis de infraestructuras en la Hispania romana 591

Pinzón-Ayala, Daniel. Evolución constructiva durante el franquismo de un tipo de arquitectura militar: las casas cuartel de la Guardia Civil en el Levante español 599

Pitarch Roig, Maria; Laura Guiomar Mantecón Tagarro; Pasqual Herrero Vicent; Joaquín Alfonso Llorens. El castillo y el poblado de Jinquer. La arquitectura en la memoria y el paisaje de la sierra de Espadán 611

Plasencia-Lozano, Pedro; Rita Ruiz Fernández; Irene Méndez-Manjón; Rubén Alba-Álvarez. El reto de construir infraestructuras viarias en alta montaña: la carretera de Leitariegos (Asturias, 1861) 621

Pons-Poblet, Josep Maria; María Jesús Rosado-García; Alba Arboix-Alió. La importancia del Instituto Eduardo Torroja en la 'Instrucción e.m. 62 para estructuras de acero' 635

Rabasa, Enrique; Ana López Mozo; Miguel Alonso. Bóvedas estrelladas sobre planta octogonal en la Península Ibérica. Relaciones y tipos 647

Redondo Martínez, Esther. Una discusión acerca del uso de bóvedas tabicadas en los pueblos del INC de la vega del Guadalete (Cádiz) 657

Rodrigues, Tiago. En Defensa del Territorio: Fortificaciones de Campaña en el Subsistema Defensivo Vila Nova de Cerveira-Goián (1640-1763) 669

Rodríguez Martín, José Antonio; Sandra Sandoval González; Carmen Rodríguez Culiáñez. La piedra artificial en la arquitectura ecléctica y modernista de Cartagena 681

Román Kalisch, Manuel Arturo. Tipología constructiva del concreto armado en los edificios de equipamiento moderno en Mérida, Yucatán, México 691

Rotaeche Galiano, Miguel. Juan de Torija, el Quevedo de los arquitectos 701

Rouco Collazo, Jorge; José Mª Martín Civantos. Las técnicas constructivas de las fortificaciones andalusíes de la Alpujarra almeriense (siglos VIII-XV) 713

Ruiz Carmona, Jacinto; Juan Rey-Rey; Antonio Manuel Bueno Bleda. La edificación singular a principios del siglo XX en España. Aportaciones de Valentín Vallhonrat y Gómez 723

Salcedo Galera, Macarena; José Calvo López. Las bóvedas de ladrillo por hojas de la Torre del Homenaje de Aledo 733

Sánchez Rey, J. Agustín. La construcción de puentes en el siglo XVIII en España: procedimientos económico-administrativos 743

Sanchidrián Ramos, Irene; Julián García Muñoz; José Antonio Rodríguez López. Los concursos nacionales de albañilería en la España del franquismo 757

Sandoval Gómez, Francisco; Camilla Mileto; Fernando Vegas López-Manzanares. De la tapia a la mampostería: indicios de involución constructiva en la comarca del Noroeste de la Región de Murcia, España 767

Sanjurjo Álvarez, Alberto; María del Pilar Pastor Altaba; Rocío Carvajal Alcaide. Diseño y construcción de escaleras de caracol en las capillas y salas capitulares "hors d'oeuvre" en el tardogótico de la península ibérica 775

Sarmiento Ocampo, Jaime Alberto. Las mentiras piadosas –o las verdades ocultas– de Mies van der Rohe 787

Scibilia, Federica; Giulia Sanfilippo; Gabriele Grancagnolo. Daños, medidas de protección y reconstrucciones en la zona del Etna tras el terremoto de 1818. El caso de las iglesias de Acicatena (Catania, Italia) 797

Torres, Henry Eduardo. Herramientas, materiales y arquitectura del Perú precolombino: Estado de la cuestión 809

Torres Garibay, Luis Alberto. Sistemas constructivos de cubiertas en templos virreinales de Yucatán y Michoacán, México. Análisis comparado 819

Valverde Abril, Javier. El pósito de Córdoba: estructura y sistemas constructivos 829

Ventura Rodríguez, Hugo A. El Real Club Náutico de las Palmas, una obra pionera en el uso del hormigón armado en Canarias 1908-1909 839

Zaragozá Catalán, Arturo; Rafael Marín Sánchez. De la tapia al ladrillo. El pensamiento técnico en la Edad Moderna. El caso valenciano 849

Zayas Rubio, Lynne. De bosque y canteras al Movimiento Moderno: nacimiento y desarrollo del vecindario del Vedado 859

Zúñiga Alfaro, Álvaro; G. Gómez Zanabria. Estereotomía en muros, bóvedas y arcos de arquitectura doméstica en los siglos XVII y XVIII en la ciudad de Arequipa – Perú 871

Fernández Correas, Lorena. La muralla de Valencia: construcción y memoria. Una 'storytelling' de iconografía medieval 883

Índice de autores 895

Prólogo

Una disciplina científica precisa de una estructura de apoyo, de un aparato crítico. Necesita revistas académicas, congresos, ediciones críticas, libros de referencia. Desde 1985, la Sociedad Británica de Historia de la Construcción desempeñó un papel pionero en este campo con la publicación de la revista *Construction History*. La Sociedad Española de Historia de la Construcción, por el contrario, se centró en un primer momento en la organización de congresos, comenzando con el Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción, celebrado en 1996.

La favorable acogida de esta reunión llevó a la Sociedad Española a convocar en 2003 el First International Congress on Construction History en Madrid. Desde entonces, se han celebrado ocho de estos congresos, con periodicidad trianual, en Cambridge, Cottbus, París, Chicago, Bruselas, Lisboa y Zurich; se ha convocado recientemente el noveno, que tendrá lugar en Turín. Mientras tanto, el congreso español ha propiciado la aparición del congreso internacional hispanoamericano, que después de varias ediciones se ha terminado refundiendo con el español.

Al mismo tiempo, el interés por este campo ha llevado a organizar congresos, conferencias y reuniones con la misma temática en el ámbito francófono, británico, norteamericano y luso-brasileño, impulsados por las respectivas sociedades científicas. Por último, tres revistas, *Aedificare*, con base en Francia, pero clara vocación internacional, *Quaderni di Storia della Construzione* del Politécnico de Turín y la *Revista de Historia de la Construcción* de nuestra Sociedad han venido a unirse a la prestigiosa publicación británica.

Por tanto, al celebrar el Decimocuarto Congreso Nacional y Sexto Hispanoamericano, cuarenta años tras la aparición de *Construction History* y treinta años después del primer congreso español, nos encontramos con una disciplina claramente consolidada, que a lo largo de los años ha prestado atención a campos muy diversos. Así, el lector interesado en estas cuestiones encontrará en este volumen estudios sobre la construcción de obras públicas, incluyendo sistemas hidráulicos, puertos, ferrocarriles, caminos y puentes. Pero por supuesto, la historia de la construcción está vinculada también con la arquitectura, lo que ha llevado a los participantes en el congreso a presentar numerosas contribuciones sobre los períodos medieval, moderno y contemporáneo, tanto en España como en América. Entre un campo y otro se halla la arquitectura militar; el notable número de comunicaciones presentadas sobre este campo deja bien claro el interés que despierta en nuestro país.

También encontrará el lector en este volumen estudios sobre los materiales más significativos de la historia de la construcción: las fábricas en general; la piedra, tanto en bóvedas nervadas como en piezas enterizas; el ladrillo, en sus tres disposiciones típicas, de rosca, tabicadas y por hojas; el hormigón armado, con especial atención a un elemento que atraviesa el Atlántico, la cáscara ligera.

Pero la historia de la construcción no puede entenderse como un cúmulo de sistemas independientes: unos y otros están vinculados por la ciencia de las estructuras, incluyendo las cimentaciones; se les dedican sendos bloques de estudios.

Una panorámica de la historia de la construcción no estaría completa sin otras investigaciones de gran interés, centradas en desastres, hundimientos, sismos e inundaciones, lamentables en sí, pero que tanto han enseñado a los constructores; la relación de nuestro campo con el paisaje; los oficios e instrumentos de la construcción; y sobre todo las imprescindibles fuentes, material básico en cualquier disciplina historiográfica.

En resumen, el lector encontrará en esta obra, como en las trece precedentes, una completa sección transversal de una disciplina poliédrica, que atraviesa la historia de la humanidad desde los tiempos más remotos y presta atención a campos muy diversos, desde las técnicas empíricas medievales a los procedimientos científicos del último siglo, sin olvidar el medio social en el que se enmarca esta riquísima evolución.

Pau Natividad Vivó
Macarena Salcedo Galera
José Calvo López

La construcción del Gobierno Militar de Cartagena

Fernando Acale Sánchez

En el extremo sur de la ciudad de Cartagena a la altura de la plaza Mayor, junto a la dársena y próximo al baluarte de San Juan, se emplazaba el muelle del puerto. En la plaza se situaban algunos edificios relevantes de la ciudad, como la cárcel, las casas de Cabildo o el convento de las Capuchinas y cerrando su perímetro hacia el mar se ubicaba la denominada Puerta del Mar de la Muralla, dentro de la Plataforma de Artillería, lugar estratégico para la defensa y control del acceso al interior de la ciudad de Cartagena.

Esta puerta, construida en 1611 por el maestro genovés Bartolomé Cachiolo sobre las trazas de Francisco Aguilar, estaba constituida por un único arco de piedra. Adosada a la puerta, en el interior de la ciudad, se situaba la ermita de Nuestra Señora de la Guía, que estaba dedicada al auxilio de los presos de galeras heridos o enfermos. Esta puerta constituía el punto de control de mercancías y personas que accedían a la ciudad, y albergaba las dependencias de la casa del Registro de la Aduana y el cuerpo de Guardia.

En la década de 1770- 1780 se construyó la nueva muralla de Carlos III y la puerta fue completamente renovada, construyéndose en el mismo lugar una nueva en 1773 que pasaría a denominarse puerta de Felipe II. El nuevo acceso a la ciudad contó desde entonces con un doble paso abovedado de unos seis metros de altura, uno para entrada y otro para salida de la ciudad, desembocando directamente en la plaza Mayor, conocida también como plaza de Santa Catalina. Adosada a la muralla se trasladó la fuente que había anteriormente en este mismo lugar y se mantuvo el puesto del cuerpo de Guardia y las oficinas de control, que pasarían a situarse en unas estancias abovedadas junto a la puerta.

En el atlas de Juan José Ordovás (Ordovás [1799] 2005), se describen las puertas del Muelle:

> Desde el Baluarte de San Carlos corre la Cortina noventa y siete varas hasta las Puertas del Muelle que son dos Bóvedas de diecisiete pies de ancho, y veinte de altura, destinadas una para la entrada, y otra para la salida, y al lado de éstas, otras tres iguales, de las cuales una sirve para el Cuerpo de Guardia de la Tropa, otra para los Dependientes de Rentas y la otra para despacho del Capitán del Puerto.
>
> La vista exterior de estas Puertas es toda de sillería de piedra fuerte del país adornada de cuatro pilastras, y en la parte superior de la cornisa se presentan las Armas de S.M. Desde estas Puertas hasta unirse a la Cerca del Ángel, corre un simple muro sin terraplén que cierra la plaza por este lado.

A partir de 1860 la ciudad se somete a un proceso de transformación interior que lleva aparejada la apertura de nuevas calles, la renovación de su arquitectura y la demolición de parte del trazado de sus murallas y que culminará con la redacción del Proyecto de Ensanche, reforma y Saneamiento de la ciudad en 1900 (Ferrándiz 2015, 22). En noviembre de 1888 el Ayuntamiento de Cartagena alcanzó un acuerdo con el Ministerio de

Fernando Acale Sánchez – Universidad de Granada

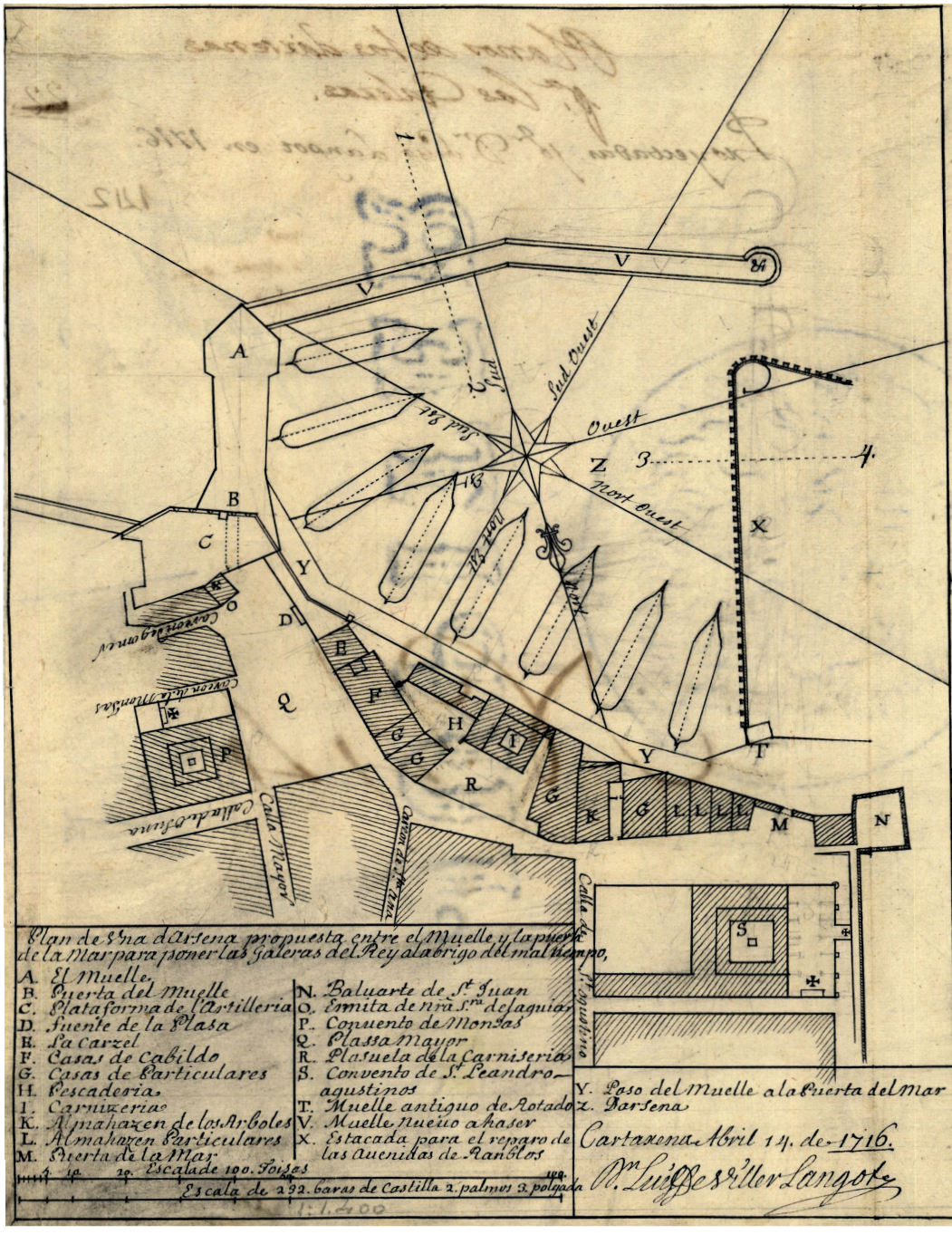


Figura 1. Detalle del Plan deuna darsena propuesta entre el Muelle y la Puerta de la Mar para poner las Galeras del Rey alabrigo del mal tiempo. Luis Viller Langot, 1716 (Archivo Cartográfico de Estudios Geográficos del Centro Geográfico del Ejército Ar.G-T.4-C.1-40 bis)

la Guerra para la cesión de los terrenos ocupados junto a la Muralla del Mar, comenzándose el derribo de la muralla en junio de 1891 (Pérez 1993, 102), prolongándose los trabajos hasta 1900 con la demolición de la Puerta del Mar y de la cortina que enlazaba el edificio del Gobierno Militar con el presidio.

La construcción del edificio del Gobierno militar

El 18 de febrero de 1868 se aprobó el proyecto para la construcción de un pabellón para oficinas y residencia del general gobernador de Cartagena en el solar de la ermita de Nuestra Señora de la Guía (figura 2). El edificio se demolería parcialmente, reutilizándose sus muros principales en el diseño del pabellón, conforme al proyecto redactado por el teniente coronel de Ingenieros Juan Puyol, con una dotación presupuestaria de 12.000 escudos.[1]

El nuevo edificio se situaba encima de los muros de la antigua ermita, sobre el nivel de coronación de la muralla, aprovechando como espacio exterior la plataforma encima de la puerta de la ciudad. El cuerpo de bóvedas que formaban la puerta y las dependencias anexas actuarían de contrafuerte de la nueva construcción. El edificio proyectado contaba con tres niveles sobre la rasante de la plataforma superior de la muralla y dos inferiores o semisótanos, que integraban las cinco alturas del edificio hacia la plaza de Santa Catalina, actual plaza Héroes de Cavite. La planta tenía forma de "L", ya que, por la parte posterior, había una serie de casas particulares que no pudieron ser expropiadas, quedando el nuevo edificio adosado a las medianeras colindantes.

El pabellón se proyectó aprovechando los muros de la ermita y las bóvedas inferiores, ya que eran consistentes y resolvían adecuadamente el salto topográfico de la manzana con la calle posterior. Estos

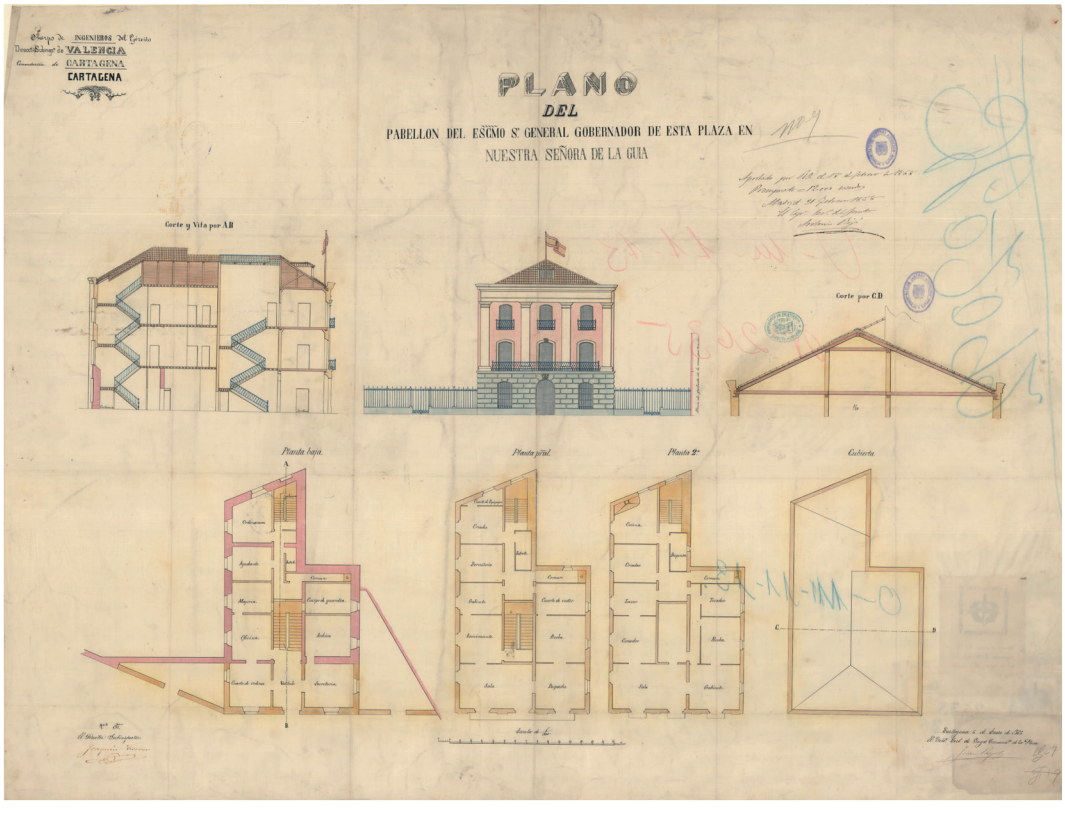


Figura 2. Plano del proyecto de pabellón. Juan Puyol, 1868. (AGMM. MU-13/15)

muros fueron conservados y aún persisten en los tres niveles inferiores, motivo por el cual no son representados en el proyecto de Puyol, ya que él solamente proyecta la edificación a partir de la cota de la plataforma sobre la muralla. Los niveles inferiores estaban ocupados por algunos locales angostos que constituían el antiguo cuerpo de guardia de las puertas del muelle, espacios abiertos hacia la plaza a través de tres grandes huecos rematados por arcos de medio punto.[2]

Los muros de la ermita se reconocen en la planta baja del proyecto, por contar con un espesor mayor y por estar sombreados en color carmín, a diferencia de la obra nueva que se representa en tono amarillo (figura 3). Esta dualidad de colores aparece solamente en planta baja desde la cota de la terraza exterior, ya que las dos plantas superiores fueron proyectadas íntegramente por Puyol. En el plano se observa también cómo la planta del pabellón sobrepasaba los límites de la ermita, extendiendo el perímetro de la edificación hacia la explanada de acceso.

El programa habitacional del edificio en sus tres niveles superiores incluía la vivienda del general gobernador, las oficinas para la administración del servicio y una serie de espacios representativos donde el gobernador podría recibir a las autoridades y visitas institucionales. Para el funcionamiento interno del edificio se diseñaron dos escaleras, una situada en el vestíbulo principal para uso de las zonas administrativa y representativa y otra al fondo para uso de la residencia particular del gobernador. De forma pormenorizada la distribución de estancias en el edificio quedó formada por:

- En planta baja: vestíbulo, cuarto de órdenes, secretaría, oficina, archivo, cuerpo de guardia, oficinas para mayoría, ayudantes y ordenanzas, un común y un retrete.
- En planta primera: una amplia sala junto a la fachada, inmediata al despacho del general gobernador, un recibidor, un gabinete, una alcoba, un vestidor, un común y un retrete y también un dormitorio, una habitación para los criados y un cuarto de equipajes.
- En planta segunda: en fachada principal, una sala y un gabinete y el resto de la planta destinada a la vivienda personal del gobernador con comedor, alcoba, tocador, común y retrete, cocina, despensa y habitación de las criadas.

En el proyecto solo se representa la fachada principal hacia la explanada (figura 4), aunque las directrices de su diseño podrían extrapolarse al alzado hacia la plaza de Santa Catalina. La fachada contaba con un tratamiento diferente en planta baja, donde se representa un almohadillado fingido, con la puerta de

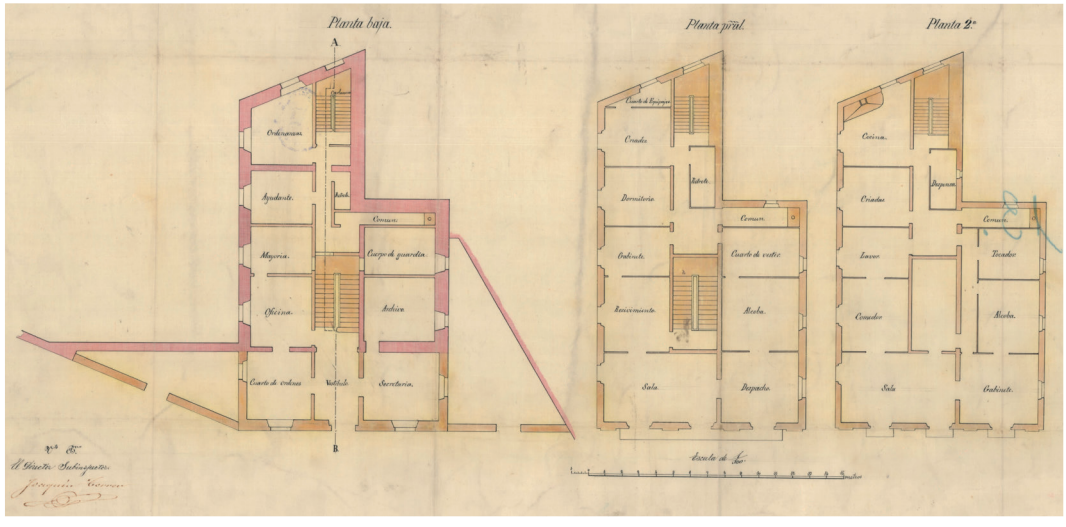


Figura 3. Detalle del Plano del proyecto de pabellón. Juan Puyol, 1868. (AGMM. MU-13/15)

Figura 4. Detalle del Plano del proyecto de pabellón. Juan Puyol, 1868. (AGMM. MU-13/15)

acceso centrada y una ventana a cada lado. En las plantas superiores aparecen dibujados tres huecos abalconados en cada nivel, a eje con los inferiores, con un balcón corrido en planta primera y balcones independientes en la segunda. Las calles de huecos aparecen separadas, así como en los laterales del alzado, por molduraje en forma de apilastrado. Un antepecho moldurado oculta parcialmente la cubierta de tejas a tres aguas y en el eje de la composición existe un cuerpo en mansarda para la salida a la cubierta efectos de mantenimiento y para el izado de la bandera. La parte posterior del edificio, la que se encontraba adosada a las edificaciones colindantes, al ser más estrecha resolvía su cubierta a una única agua hacia la plaza, dando continuidad a los faldones de la cabecera del edificio.

Las reformas practicadas para su adecuación a las necesidades funcionales

La instalación del Gobierno Militar en este lugar estaba justificada por la posición estratégica del solar en el acceso a la ciudad junto al muelle, pero la estrechez de su planta, condicionada por la presencia en su base de las estructuras preexistentes y de las fincas particulares adosadas por la parte posterior, hacía que resultara un edificio incómodo. Además de no poder disponer de un edificio completamente exento, existían ciertas limitaciones en su distribución y en la organización interior de las plantas, que dificultaban su adecuación para el diverso programa funcional del establecimiento. Esta situación motivó en los años siguientes a su construcción, la búsqueda de un edificio alternativo donde poder trasladarlo. El teniente coronel jefe de Ingenieros Francisco Ramos Bascuñana estudió diversas ubicaciones alternativas, como el colegio de Guardias Marinas, la Lonja, los exconventos de San Agustín y del Carmen o el cuartel del Rey (Gómez, 1999, 78).

Estudiadas todas las opciones, inevitablemente la ampliación del edificio pasaba por la expropiación de las casas colindantes y para ello debía de establecerse un acuerdo de permuta con el consistorio que hiciera posible la enajenación de estas fincas. Como consecuencia de ello en 1900 se alcanzó un acuerdo para la cesión por parte del ayuntamiento de las casas nº 8, 9 y 12 de la calle Borbón, contiguas al Gobierno Militar (Gómez 1999, 167). A cambio los militares cederían al municipio las cuatro bóvedas de las Puertas del Muelle, posibilitando con ello su demolición y la ampliación del nuevo paseo en el ámbito de la muralla. La situación urbanística del entorno del Gobierno Militar y de la plaza de Santa Catalina, previa a la cesión, quedó representada en un plano elaborado por el consistorio (figura 5).

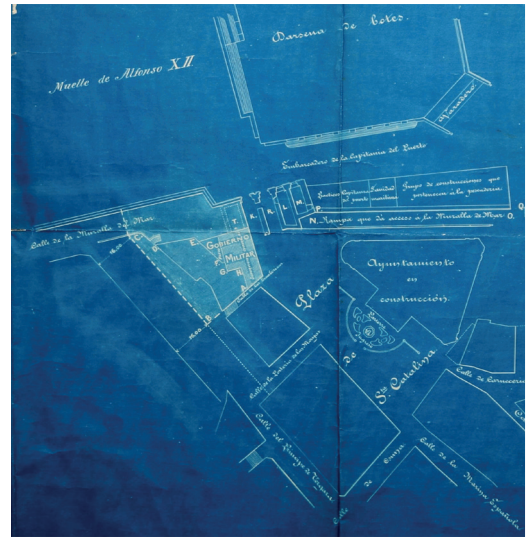


Figura 5. Detalle del Plano de las puertas del muelle, Gobierno Militar y casas inmediatas, 1900 (Archivo Municipal de Cartagena. ES.30016.AM)

A pesar de las incomodidades, el emplazamiento del edificio era estratégico y las autoridades militares decidieron mantenerlo, aunque para ello hubiera que modificar su distribución. De esta forma, en 1877, se practicaron las primeras obras de adecuación interior del edificio para acomodar las necesidades de su programa funcional, invirtiéndose un presupuesto de 1.510 pesetas en un nuevo despacho para el gobernador.

El edificio del Gobierno Militar aparece representado con la manzana de casas particulares anexas por su lado noreste. Junto al edificio se localiza el doble arco de la Puerta de la Muralla [letras K, R] y las oficinas del registro [letras L y M] y bajo la plataforma superior de acceso al Gobierno Militar aparece señalada una de las bóvedas pertenecientes al sistema defensivo de la muralla [letra T] y que era la que ocupaba el cuerpo de guardia del muelle.[3] El edificio nuevo del Ayuntamiento en la plaza aparece en construcción y aún se conserva la rampa de acceso a la Muralla del Mar [delimitada por las letras N y O]. Adosado al lienzo de la muralla extramuros, junto a esta rampa, aparecen representadas las edificaciones pertenecientes a los prácticos de la Capitanía del Puerto, Sanidad Marítima y la pescadería.

Respecto a las casas particulares adosadas, fueron derribadas conservándose únicamente los muros perimetrales de algunas de ellas a modo de contrafuerte del edificio militar. La demolición de las edificaciones residenciales y de la Puerta de la Muralla provocó la aparición de fisuras en el edificio, decidiéndose mantener estos muros hasta que pudiera realizarse la ampliación del Gobierno Militar sobre estos solares. Las fincas enajenadas fueron incorporadas al principio como patios descubiertos, pero inmediatamente algunos de estos espacios fueron cubiertos de forma provisional para destinarlos a la cuadra y a dependencias de la guardia. Habría que esperar hasta 1902 para que se librara el presupuesto necesario para acondicionarlos, cubriendo algunas de las construcciones demolidas

> La guardia del Gobierno Militar se halla instalada en un cuerpo de guardia inmediato al gobierno y en un lugar de planta baja de una de las casas que se derribaron por cuenta del ayuntamiento para ceder los solares al ramo de Guerra en compensación del derribo de las puertas de la Muralla y rampa del muelle; en el referido local no se halla la tropa en todas las buenas condiciones en que deben estar y podrían remediarse estos inconvenientes con poco gasto (…).[4]

Ese mismo año se produjo el fallecimiento por tuberculosis del general Federico Gobart y Martínez, decidiéndose entonces sanear el edificio y reformar algunas estancias antes de que lo ocupara el nuevo gobernador con su familia.[5] Las operaciones de desinfección consistían en la retirada del papel de las paredes y el picado de los revestimientos, guarneciéndolas, pintándolas o empapelándolas de nuevo. Respecto al resto de obras necesarias, se realizaron diversos refuerzos estructurales en el edificio como consecuencia de la aparición de las grietas. Los muros principales fueron atirantados «para prevenir el pequeño movimiento que acusan las ligeras grietas que se notan en los mismos». Para ello se colocaron «tirantes de hierro con placas de tuerca en los extremos que ajusten bien y unan los muros de la crujía de fachada».

La demolición de los edificios colindantes mejoró las condiciones de iluminación de las estancias adosadas, de tal forma que se reconfiguró el pequeño patio existente a levante cubriéndolo y «abriendo tres vanos en el muro que fue de la casa contigua». Con esta operación se conseguía formar dos nuevos locales que aumentaban «los muy reducidos de que dispone para todo y muy particularmente para las oficinas desde que han de tener cabida en ellos el jefe de Estado Mayor, los auxiliares y escribientes, el archivo y el despacho de S.E. con el departamento de ayudantes».

Se reformaron los balcones y miradores de la planta segunda «por estar picados y no ofrecer seguridad las cabillas y pletinas de hierro que lo sostienen», aprovechando para sustituirlos por un mirador cerrado (figura 6). Por último, se hicieron las reparaciones necesarias en el piso segundo y en los desvanes, por hallarse «algunas maderas de techos rasos y cabios

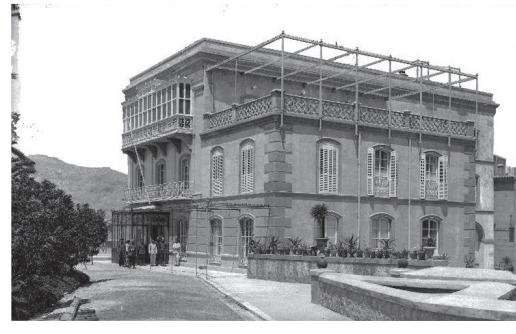


Figura 6. Vista del edificio del Gobierno Militar de Cartagena, en la Muralla del Mar, c. 1915 (Archivo General de la Región de Murcia, FOT_NEG,054/045)

de la armadura en mal estado», revistiendo la cámara de tejado «en forma tal que se evite cuanto sea posible la contingencia de un incendio, como el que ocurrió hace años».[6]

En la memoria de este proyecto se volvía a incidir en la estrechez del edificio y en las continuas redistribuciones que fueron necesarias para acomodar su uso:

> Por su poca capacidad resulta deficiente para la importancia que hoy tiene y tal vez debido a esto sea el que haya habido varias distribuciones de locales siendo la última la siguiente:
>
> Planta baja: Despacho de S.E., del teniente coronel y comandante de Estado Mayor, despacho del capitán de oficinas militares y del mayor de Plaza, central telefónica, cuarto de escribientes, archivo y retretes. Los ordenanzas y el cuerpo de guardia y letrinas instalados como indica el plano de conjunto en la planta baja que se dejó a propósito de una de las casas demolidas.
>
> Planta principal: Salón del trono, gabinete de S.E. y varias habitaciones.
>
> Planta segunda. Habitaciones privadas de S.E.

Tan solo tres años después, en 1905, se realizaron nuevas adaptaciones en la distribución para dar cabida a las necesidades que imponía el programa de usos, en el que debían convivir los espacios de representación, con las oficinas propias del edificio y la vivienda del general gobernador y su familia. Los trabajos afectaron en esta ocasión a las plantas primera y segunda. La distribución del edificio en estos momentos era la siguiente:

- Planta baja: «destinada a oficinas y en su nave oeste, se encuentra dividida en un pequeño despacho para ayudante del gobernador militar, otro pequeño para el coronel sargento mayor con otra mesa para el capitán auxiliar y un pequeño local para la central telefónica militar. La nave central está ocupada por el vestíbulo, dos cajas de escaleras y pasillos, encontrándose la parte Este del edificio y solo en planta baja e irregular el despacho del jefe de Estado Mayor, otro más pequeño para los dos capitanes, un tercero de escribientes, el archivo y retrete».
- Planta primera: «de más reducidas dimensiones que la anterior, contiene en la actualidad en la nave del oeste una antesala recibimiento, un pequeño dormitorio, un ropero y retrete; la de fachada está ocupada por la sala de regulares dimensiones para visitas particulares pero insuficiente para los actos oficiales y recepciones, el resto de este piso lo ocupan un gran despacho, dos habitaciones, una deforme irregular y las cajas de escalera. Destinado a este piso a los actos oficiales y de representación, resulta el salón insuficiente, no tiene un comedor donde poder invitar las múltiples autoridades y representaciones a quien tiene que hacerlo, dándose el caso que cada vez que esto ocurre, tiene que habilitarse provisionalmente el despacho; ni finalmente locales en que poder alojar transitoriamente un huésped con relativa decencia o independencia, viéndose en este piso la necesidad de ampliarle para tener el local capaz para las recepciones y variar su distribución y ornamentación para los otros objetos indicados».
- Planta segunda: «destinado a las habitaciones particulares de la familia del general gobernador, consta actualmente a más de la cocina, retrete y dos pequeños locales para despensa y baño, de siete habitaciones; Si de estas deducimos un comedor, cuarto de costura, gabinete y salita, quedan solo disponibles para dormitorios y tocadores, 3 habitaciones, insuficientes por reducida que sea la familia del general gobernador, notándose además la falta de locales tan indispensables como cuarto de criadas y plancha, haciéndose también evidente en éste, la necesidad de la ampliación o modificación en la distribución».

La propuesta consistía en redistribuir las dependencias, de tal forma que en planta primera se acomodaran los espacios necesarios con que poder satisfacer las necesidades sociales y oficiales del general gobernador, dotándola de «antesala (recibimiento), sala, comedor, alcoba con gabinete y cuarto de aseo independientes y despacho particular de S.E. y un retrete». En planta segunda la reforma consistía en aumentar una habitación reduciendo el tamaño de otras, de tal forma que quedase: «una cocina, comedor, retrete, cuarto de baño, tres dormitorios y cuatro habitaciones destinadas a distintos usos». Estas obras contemplaban también la instalación de un elevador para la comunicación de la cocina de planta alta y el comedor de planta primera.

La última reforma llevada a cabo en el edificio antes de su ampliación tuvo lugar en 1907 y consistió en la construcción de un cancel exterior en el acceso del edificio desde la explanada con el fin de suprimir las molestias que generaban las corrientes de aire a través del vestíbulo.[7]

El proyecto de ampliación del edificio

La necesidad de ampliar las dependencias del edificio venía planteándose prácticamente desde su construcción en 1868. Una Real Orden de 21 de marzo de 1904 había aprobado un programa de necesidades ordenando la formación del proyecto correspondiente pero el alto coste de las obras de ampliación del edificio impidió que pudiera realizarse el proyecto, atendiéndose en primer término únicamente a la modificación de la distribución de las plantas primera y segunda, como se ha visto anteriormente. El 12 de junio de 1905 otra Real Orden estableció la división en dos fases del proyecto con el objeto de facilitar su ejecución, comprendiendo en el primero las obras más urgentes, ya ejecutadas, y en el segundo las restantes.[8]

A pesar de la necesidad por disponer de nuevos espacios en el edificio, la ejecución de la obra aún se retrasaría diez años, ejecutándose finalmente en 1915, conforme a dos proyectos complementarios. El primero de ellos, fechado el 16 de octubre de 1914, consistía en la remodelación de la distribución interior del edificio, afectando principalmente a las plantas baja y sótano, espacios que no habían sido objeto de la intervención de 1905. El segundo, de 21 de julio de 1915, era más complejo ya que suponía la ampliación sobre los solares de las casas demolidas, completando la volumetría del edificio y eliminando las medianeras que habían quedado vistas tras la demolición de las casas aledañas.[9] Con la ejecución de este proyecto se conseguía regularizar la planta del edificio, adecentando la vista del conjunto desde las calles lateral y posterior, ya que el mal aspecto que presentaba esta parte contrastaba aún más después de ejecutar los trabajos de la primera fase (figura 8).

> (…) además se ha acentuado la fealdad por el mayor contraste de la parte últimamente construida con el resto de la fachada del edificio formada por adiciones de casas viejas de la que solo se ha conservado la parte que estaba en buen estado de conservación de algunos trozos de muros que hacen el papel de contrafuertes.

La intervención consistía en completar el volumen del edificio por esta parte, levantando su estructura desde la cimentación (figura 9). En cada nivel de la nueva construcción se crearon nuevas estancias. En planta primera se instaló la nueva cocina con su despensa, un cuarto para un criado y un retrete. En planta segunda se obtuvieron dos nuevas habitaciones.

Figura 7. Detalle del Proyecto adicional al de ampliación del Gobierno Militar, 1915. (AGMM. SH-AFI-269_24)

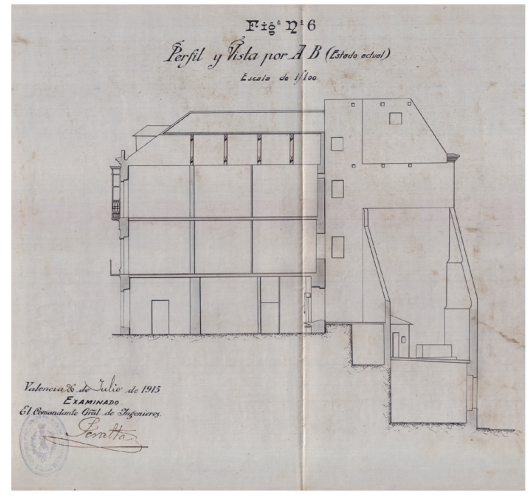


Figura 8. Detalle del Proyecto adicional al de ampliación del Gobierno Militar, 1915. (AGMM. SH-AFI-269_24)

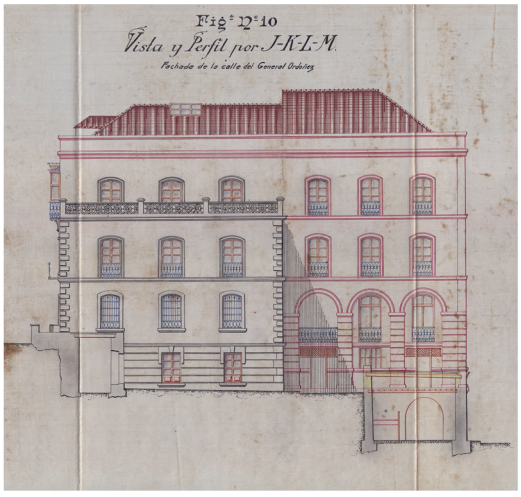


Figura 9. Detalle del Proyecto adicional al de ampliación del Gobierno Militar, 1915. (AGMM. SH-AFI-269_21)

La cubierta de la parte posterior del edificio tenía mayor altura de cumbrera por tener la misma pendiente que el edificio principal y ser su anchura mayor que la mitad de este. Para resolverlo conservando la cubierta existente se decidió completar «la de un agua de la última parte de la crujía con otra vertiente y su faldón. La cornisa de todo el edificio ya muy estropeada y que necesita pronta reparación la quitamos, poniendo en su lugar un pretil de medio ladrillo». Los trabajos incluían también el enlucido y pintado de las fachadas del edificio.

En la memoria del proyecto se señalaba la mala calidad del terreno «excesivamente flojo como fondo de mar en su antigüedad», planteándose una cimentación sobre pilotes enrasando sus cabezas con una capa de hormigón. En la construcción de los muros se emplearía mampostería ordinaria con piedra caliza de canteras locales y cales del país. Las jambas y dinteles de los vanos se realizarían de fábrica de ladrillo bien trabada a la mampostería. Los forjados se construyeron con entramados de madera y «tabicados horizontales hechos con bloque hueco de 0,11 m de espesor, tomados con yeso», y las solerías de baldosín de cemento comprimido de dos centímetros.

La cubierta se construyó siguiendo el diseño del resto del edificio, utilizando semi cerchas de madera que apoyaban tanto en el muro interior como en el nuevo cerramiento (figura 10). Entre las cerchas, separadas entre sí 1,80 m, se situaron los cabios o correas clavadas sobre los pares y en vez de tabla se utilizó ladrillo de 0,28 x 0,14 x 0,05 m para la formación del tablero, colocando la teja encima (figura 11). Los cielos rasos estaban formados por listones espaciados un metro, suspendidos de los tirantes y perpendiculares a ellos «a estos se clavan otros listones paralelos a los tirantes separados a 0,50 m y a estos últimos se clava el cañizo que sirve para el enfoscado».

Además de las condiciones técnicas de la obra, la memoria incluía el cálculo estructural y gráfico de los elementos de madera de la cubierta y un plano específico de la cubierta, con diagramas de estática gráfica y detalles constructivos (figura 12). Para el dimensionamiento de las cerchas se tuvieron en cuenta las siguientes condiciones:

Luz de la crujía: 5,50 m
Altura de la cubierta: 3,40 m

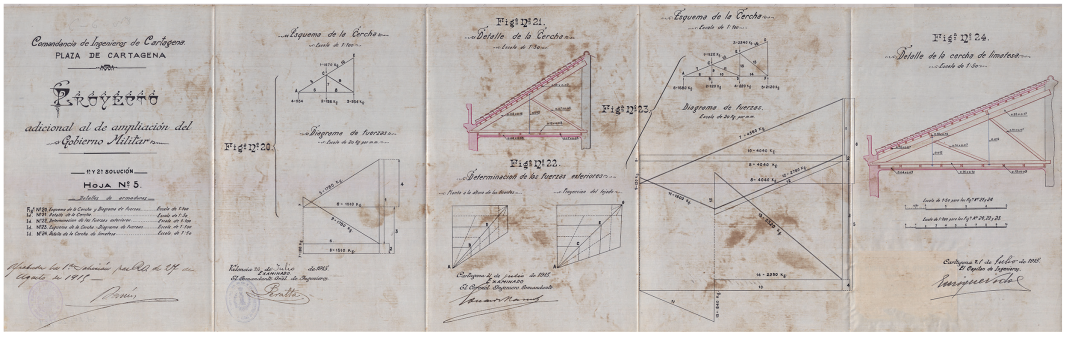


Figura 10. Proyecto adicional al de ampliación del Gobierno Militar, 1915. (AGMM. SH-AFI-269_24)

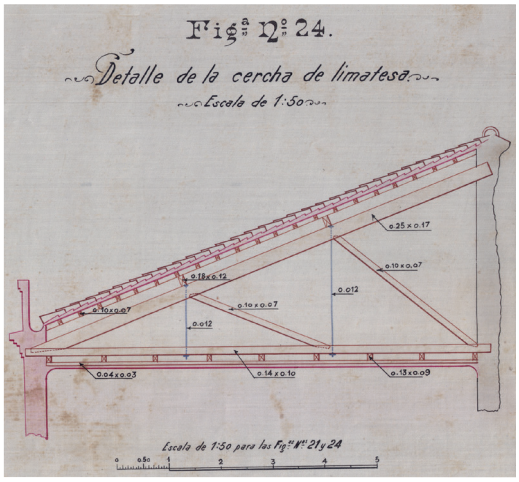


Figura 11. Detalle del Proyecto adicional al de ampliación del Gobierno Militar, 1915. (AGMM. SH-AFI-269_24)

Ángulo del par con su proyección: α
sen α = 0,531
cos α = 0,859
peso del m² de cubierta de teja árabe: 390 kg
peso por m² de cielo raso: 40 kg
separación entre cerchas: 1,80 m

Elemento		Tipo de esfuerzo	Fuerza
Péndolas	9	tracción	120 kg
	13	tracción	840 kg
Tornapuntas	11	compresión	1.600 kg
	15	compresión	3.320 kg
Tirantes	8	tracción	4.040 kg
		flexión uniformemente repartida	70 kg
	10	tracción	4.040 kg
		flexión uniformemente repartida	200 kg
	14	tracción	2.250 kg
		flexión uniformemente repartida	140 kg
Par	7	compresión	4.360 kg
		flexión uniformemente repartida	540 kg
	12	compresión	2.760 kg
		flexión uniformemente repartida	1.780 kg
	16	compresión/ tracción	-
		flexión uniformemente repartida	1.310 kg

Tabla 1. Relación de esfuerzos

Combinando los esfuerzos a que estaban sometidas las distintas piezas de la armadura del faldón, se definieron las escuadrías de todos los elementos:

Elemento	Material	Sección	Escuadría
Péndolas	Hierro	Circular	0,012 m
Tornapuntas	Madera	Rectangular	0,10 x 0,07
Tirante	Madera	Rectangular	0,14 x 0,10
Par	Madera	Rectangular	0,25 x 0,17
Listones o correas	Madera	Rectangular	0,10 x 0,08
Listones gruesos de cielo raso	Madera	Rectangular	0,07 x 0,05
Listones de cañizo	Madera	Rectangular	0,04 x 0,03
Cabios de cubierta	Madera	Rectangular	0,20 x 0,10
Cabios más cortos	Madera	Rectangular	0,15 x 0,10
Cabios del cielo raso	Madera	Rectangular	0,13 x 0,09
Cabios de piso	Madera	Rectangular	0,15 x 0,10

Tabla 2. Relación de escuadrías

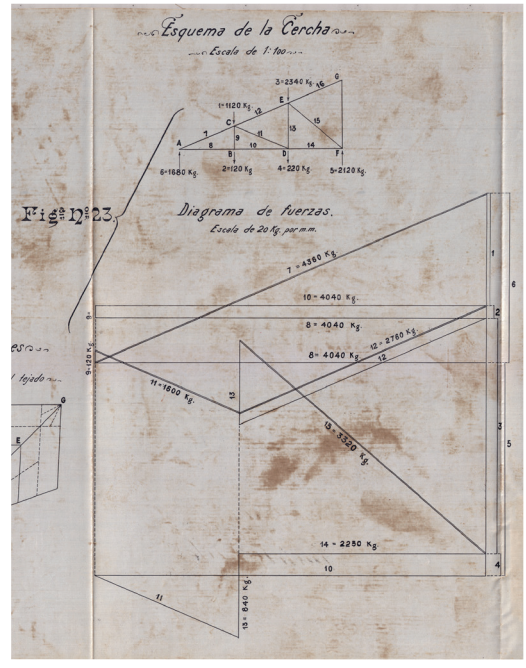


Figura 12. Detalle del Proyecto adicional al de ampliación del Gobierno Militar, 1915. (AGMM. SH-AFI-269_24)

La última ampliación del edificio tuvo lugar en agosto de 1921 con el proyecto de construcción del edificio auxiliar junto a la entrada de la calle General Ordoñez destinado a locales para cuerpo de guardia y dormitorio de los ordenanzas del Gobierno Militar.[10] Este proyecto se completaba con la modificación del muro de cerramiento de la parcela hacia la calle.

Notas

1. Archivo General Militar de Madrid [en adelante AGMM.] Signatura: MU-13/15. Plano del pabellon del Escmo Sr. General Gobernador de esta Plaza en Nuestra Sr.a de la Guia / Cuerpo de Ingenieros del Ejército Direccn. Subinspn. de Valencia, Comandancia de Cartagena...; El Tente. Corl de Yngs Comandte de la Plaza Juan Puyol 1868 en. 6.
2. Archivo General Militar de Segovia [en adelante AGMS.] Leg. 461. Comandancia de Ingenieros de Cartagena. Plaza de Cartagena. Proyecto de ampliación del Gobierno Militar. Memoria descriptiva año 1914.
3. Archivo General Militar de Segovia [en adelante AGMS.] Leg. 461. Comandancia General de Ingenieros. Comandante de Cartagena. Plaza de Cartagena. 1 de enero de 1917. Gobierno Militar.
4. AGMS. Leg. 461. Comandancia de Cartagena. Plaza de Cartagena. Memoria descriptiva del proyecto de cuadra y letrina en el Gobierno Militar [1902].
5. AGMS. Leg. 461. Cuerpo de Ingenieros del Ejército. Comandancia General de la 3ª región. Comandancia de Cartagena. Plaza de Cartagena. Proyecto de reparación y saneamiento en el Gobierno Militar formado por el Capitán del Cuerpo don Salvador Navarro Pagés. Año de 1902. Memoria descriptiva de las obras de reparación y saneamiento en el Gobierno Militar.
6. Se refiere al incendio ocurrido en el edificio en 1896.
7. AGMS. Leg. 461. Comandancia de Ingenieros de Cartagena. Plaza de Cartagena. Proyecto de cancel en el exterior de la puerta principal del Gobierno Militar. Año 1907.
8. AGMS. Leg. 461. Comandancia de Ingenieros de Cartagena. Plaza de Cartagena. Proyecto de ampliación del Gobierno Militar. Memoria descriptiva año 1914.
9. AGMS. Leg. 461. Comandancia de Ingenieros de Cartagena. Plaza de Cartagena. Proyecto adicional del de ampliación del Gobierno Militar. Memoria descriptiva año 1915.
10. AGMM. SH-AFI-284_18. Proyecto de construcción de locales para Cuerpo de guardia y dormitorio de los ordenanzas del Gobierno Militar. Cartagena, 31 de agosto de 1931.

Lista de referencias

Ferrándiz Araújo, Vicente- Miguel. 2015. El Palacio Consistorial de Cartagena, ejemplo de la arquitectura institucional en la España del cambio de siglo XIX-XX. *Proyecto y Ciudad P+C* 6: 19-32.

Gómez Vizcaíno, Juan Antonio. 1999. *Aproximación a la historia militar de Cartagena. El Gobierno de la Plaza (1700- 1996)*. Cartagena: Grupo Cultural Tierra Nuestra.

Martínez López, José Antonio. 2015. Cartagena ilustrada. La nueva fortificación urbana a través de las colecciones cartográficas de los ingenieros militares. *Proyecto y Ciudad P+C* 6: 33-50.

Ordovás, Juan José [1799] 2005. *Atlas político y militar del Reyno de Murcia; formado por el capitán de ynfantería e ingeniero ordinario de los Rs. Exercitos Don Juan José Ordovás.* Editado por J. A. Martínez López y D. Munuera Navarro. Murcia: Mimarq.

Pérez Rojas, Francisco Javier. 1993. *Cartagena 1874- 1936 (Transformación urbana y arquitectura)*. Murcia: Editora Regional.

Aprendiendo sobre la comprensión estructural y los métodos de diseño a lo largo de la historia a través de peritajes e investigaciones públicas

Bill Addis

La mayoría de las fuentes de información relativas a la labor del proyectista de estructuras proceden del sector de la construcción y, por lo tanto, dan muchas cosas por sentadas; en dichas fuentes no es necesario aclarar ni explicar lo que los profesionales podrían considerar conocimientos comunes, creencias y opiniones ampliamente aceptadas o actividades normales en su trabajo diario. Durante el último siglo, los libros de texto y los códigos de diseño han proporcionado a los ingenieros abundantes y adecuadas indicaciones para el correcto diseño de sus estructuras.

Sin embargo, en dos circunstancias concretas, la labor de los ingenieros ha sido a menudo objeto de escrutinio desde fuera del sector. En primer lugar, ha habido ocasiones en las que se ha requerido a un grupo de expertos asesoramiento sobre problemas estructurales surgidos durante la construcción de una obra, o que evalúen propuestas de proyecto para un proyecto de construcción considerado fuera de lo común de la práctica habitual. En la Edad Media denominaba «peritaje» a esta actividad. En segundo lugar, en el pasado se han llevado a cabo por impulso de instituciones públicas numerosas investigaciones para determinar las causas y las responsabilidades de accidentes o fallos estructurales. Estas investigaciones suelen llevarse a cabo de una manera similar a las de un tribunal de justicia, en el que se pide a los ingenieros, a menudo por parte de personas que no son ingenieros, que expliquen con gran detalle lo que hicieron al proyectar una estructura y por qué lo hicieron. Los relatos que se ofrecen en las peritaciones y las investigaciones son especialmente valiosos porque nos permiten leer las opiniones de los ingenieros y constructores *en sus propias palabras.*

El objetivo de este artículo es demostrar que estas dos fuentes de información pueden constituir un recurso valioso para comprender el nivel de comprensión del comportamiento estructural y los procesos actuales de diseño de ingeniería en diferentes momentos de la historia.

Peritajes

Dadas las numerosas innovaciones asociadas con el surgimiento y la difusión de la arquitectura gótica, no es de extrañar que se encontraran muchos retos técnicos y estilísticos. Para ayudar a resolverlos, era habitual buscar el asesoramiento de expertos en construcción de fábrica, carpintería y arquitectura eclesiástica. De los cientos de informes periciales que pueden encontrarse en los archivos de las catedrales, relativamente pocos han sido estudiados o publicados, y aún menos han sido estudiados por quienes buscan pruebas de una comprensión emergente de lo que hoy llamamos ingeniería estructural, con algunas excepciones como Heyman (1967), Huerta y Ruiz (2006) y Huerta y Fuentes (2020).

La siguiente selección de informes periciales publicados ofrece algunos ejemplos de observaciones

Bill Addis – Académico independiente. Jubilado.

sobre diversas estructuras en palabras de expertos contemporáneos.

Catedral de Chartres (1316)

En 1316, unos 75 años después de la finalización de la catedral, se observaron una serie de defectos. Los canónigos se alarmaron y decidieron buscar el mejor asesoramiento, por temor a que la situación pudiera deteriorarse, y se convocó a varios maestros constructores experimentados a Chartres (Frankl 1960, 57-62). El informe, de 3-4 páginas, contiene los siguientes consejos:

> En primer lugar, inspeccionamos la bóveda del crucero: necesita una reparación y, si no se hace rápidamente, podría haber un gran peligro... Los cuatro arcos que sostienen la bóveda están en buen estado y son resistentes, y las columnas que los sostienen también están en buen estado. Las nervaduras que sostienen la clave están en buen estado y son resistentes. Los plementos de la bóveda, por otro lado, no están en buen estado, aunque no será necesario desmontarlas por completo; bastará con derribar una parte, y se verá cuánto más es necesario derribar a medida que avance el trabajo. ... Vimos los arbotantes que sostienen las bóvedas: requieren una cuidadosa unión y reparación, y si esto no se hace con prontitud, podría haber daños importantes.
>
> También es esencial construir en cada tramo [de las galerías de los pórticos] un arco que sostenga lo que hay encima. Este arco deberá construirse completamente para proporcionar un mejor soporte, y esto deberá hacerse con todos los refuerzos necesarios allí donde se considere necesario. ... Es necesario realizar reparaciones en los pórticos delanteros: los revestimientos están deteriorados y dañados, por lo que sería conveniente colocar en cada uno de ellos un tirante de hierro para ayudar a sostenerlos, lo que reduciría en gran medida el riesgo de derrumbe.
>
> Tras visitar la gran torre, hemos observado que necesita urgentemente una reparación, ya que uno de los paramentos está agrietado y dañado, y uno de los pináculos está roto y fragmentado. ... Además, hay que sustituir cuatro vigas del techo de la iglesia, ya que están podridas en uno de sus extremos. Si no se sustituyen, deben repararse tal y como se ha sugerido a vuestros maestros (Mortet 1901). [1]

Estos extractos dan una clara indicación de cómo funciona la estructura, incluyendo el uso más temprano de palabras como «soportar» y «apoyar», que indican la idea de fuerzas y trayectorias de carga.

Catedral de Gerona (1386 y 1416)

Hacia 1340 se habían completado el ábside y dos tramos de la catedral con una nave (10 m) y dos naves laterales de 6 m a cada lado. Con el fin de proveer a Gerona de un hito arquitectónico audaz y de aumentar su reputación, se propuso entonces que el resto del edificio se completara como una sola nave de una luz de 23 m. No fueron pocos quienes tildaron de osada esta medida, por lo que en 1386 se convocó a un grupo de expertos para estudiar la cuestión (Frankl 1960, 84-86; Huerta y Fuentes 2020). De los ocho expertos, tres se mostraron a favor de un cuerpo de una sola nave, mientras que los demás consideraron que era demasiado arriesgado y se decantaron por la solución original y menos ambiciosa, que disponía tres naves. La construcción no avanzó y la misma cuestión se volvió a plantear en una segunda pericia en 1416.

Se pidió a los once miembros del segundo peritaje que consideraran tres cuestiones: ¿Podría «continuarse el proyecto de una sola nave, con la certeza de que seguiría siendo seguro y sin riesgos?» Si se llevara a cabo este diseño, «¿hasta qué altura sería adecuado continuar lo que se ha comenzado?» (Esta pregunta se refería principalmente a la luz que entraba por las ventanas del triforio). Y, por último, «¿qué forma o continuación de las dichas obras sería la más compatible y la mejor proporcionada con lo que ya se ha comenzado, realizado y terminado?» (es decir, ¿una o tres naves?) (Street 1865, 502; Street 1926, 506).

Entre las respuestas de los expertos, uno se opuso al proyecto de una sola nave, ya que «se observa en obras antiguas que los edificios voluminosos, como lo sería uno de una sola nave, se derrumban con los terremotos o con los grandes huracanes, y por estas causas temía que la obra de una sola nave no durara»; se trata de una de las primeras referencias a las cargas del viento y los seísmos. Sin embargo, cuando se le preguntó a otro experto «si la obra de una sola nave, en caso de realizarse, correría algún riesgo de derrumbarse con huracanes y terremotos», respondió que «no había motivo para temerlo». Otro respondió a la misma pregunta «que con los terremotos que ha visto y los vientos que prevalecen naturalmente, no habría peligro de que dicha obra se derrumbara o se deteriorara» (Street 1865, 509).

En cuanto a la altura de las bóvedas, un experto señaló que, en el diseño de tres naves, «no sería posi-

ble colocar la serie de ventanas... más altas de lo que estarían en una sola nave, debido al empuje o presión de los arcos, que sería hacia la galería... y se encontraría con el vacío de la galería, por lo que la obra no tendría la firmeza que debería tener [y] por estas y otras razones, dicha solución basada en tres naves no sería buena ni ventajosa» (Street 1865, 510).

La recomendación final fue que se adoptara el proyecto de una sola nave: «será firme y segura sin lugar a dudas, y los cimientos [existentes], y otros que puedan hacerse como ellos, son y serán lo suficientemente buenos y firmes para sostener dicha obra de una sola nave. Y que es cierto que dichos cimientos o estribos, aunque no fueran tan fuertes, serían suficientes para mantener dicha obra de una sola nave, ya que tienen un tercio más de anchura de la necesaria: por lo que son muy fuertes y no suponen ningún tipo de riesgo» (Street 1865, 512). Esta última frase indica que el diseño propuesto fue comparado con una norma de diseño bien establecida. Además, el diseño propuesto incluiría un grado de seguridad, lo que probablemente sea la primera mención de lo que hoy llamamos *coeficiente de seguridad.*

El último comentario del informe técnico es que el proyecto de una sola nave «es, sin comparación, el que mejor se adapta al coro de la iglesia ya comenzado y construido, y que el proyecto de tres naves no lo sería. Y que, si se lleva a cabo el proyecto de una sola nave, tendría unas ventajas tan grandes y unas luces tan magníficas que sería una obra muy bella y notable» (Street 1865, 512). La anchura de la nave (23 m) solo es sobrepasada por la de San Pedro en Roma (27 m) (Figura 1).

Catedral de Milán (1392 y 1400)

Menos de diez años después de que se iniciaran los cimientos de la catedral, el consejo de construcción comenzó a tener dudas sobre el diseño que habían preparado. Superficialmente, estas dudas podían considerarse preocupaciones estéticas sobre las reglas geométricas que debían seguirse para determinar la sección transversal. Sin embargo, la elección de la relación básica entre la altura y la anchura de una catedral también implica decisiones que afectan a la estabilidad de una estructura de mampostería, en particular los contrafuertes que serían necesarios para resistir los empujes hacia el exterior de los arcos y las bóvedas. Los italianos conocían las reglas de diseño geométrico utilizadas al norte de los Alpes, pero no sabían cómo aplicarlas. También consideraban que los arbotantes eran inaceptables por motivos estéticos. En 1392, el consejo de construcción solicitó el asesoramiento del maestro albañil Heinrich Parler, de Ulm, en Alemania (Frankl 1960, 65 y ss.). Parler tenía muchas dudas sobre el diseño, pero sus sugerencias fueron rechazadas casi por unanimidad por el comité de 14 maestros italianos, a quienes, por cierto, se les denominaba «ingenieros». Por ejemplo, a la duda de Parler sobre si las paredes y las columnas tenían suficiente resistencia, la respuesta fue simplemente que «la resistencia, tanto del conjunto como de las partes separadas, es suficiente para soportar incluso más peso» (Ackeremann 1949, 91). En cuanto a la duda de Parler sobre «si las capillas de esta iglesia debían dividirse o separarse unas de otras mediante un muro», la respuesta mayoritaria de los italianos fue que «dado que estas capillas no necesitan más resistencia, deben permanecer y construirse sin ningún muro medianero o divisorio». Sin embargo, hubo una excepción italiana, puesto que Simone da Orsenigo estuvo de acuerdo con Parler al afirmar que «las capillas de la iglesia deberían estar separadas por un muro, del mismo modo que estaban conectadas bajo tierra» (Ackermann 1949, 92). Simone había sido el responsable del proyecto original de Milán, que era de estilo gótico lombardo, como Santa Maria del Carmine (Figura 2). Aquí, las paredes laterales de las capillas sirven como contrafuertes internos a los arcos y bóvedas. Esta cuestión siguió siendo motivo de preocupación y, durante el peritaje de 1400, dos ingenieros italianos, uno de los cuales era el diseñador de Santa Maria del Carmine, dieron su opinión al respecto, mostrando una clara comprensión de la función de estas paredes:

> En primer lugar, dado que los contrafuertes del cuerpo de la iglesia no tienen toda la masa que necesitan, teniendo en cuenta la anchura y la altura de dicha iglesia, la primera nave debería reducirse a la forma de capillas con divisiones entre una y otra, con varias perforaciones a través de las cuales se pudiera ver la Hostia desde ambos lados de la iglesia. Tal construcción lograría dar la mayor resistencia a las otras tres naves y, a través de estos arbotantes [archi butanti], por así decirlo, su base sería más fuerte (Ackermann 1949, 92).

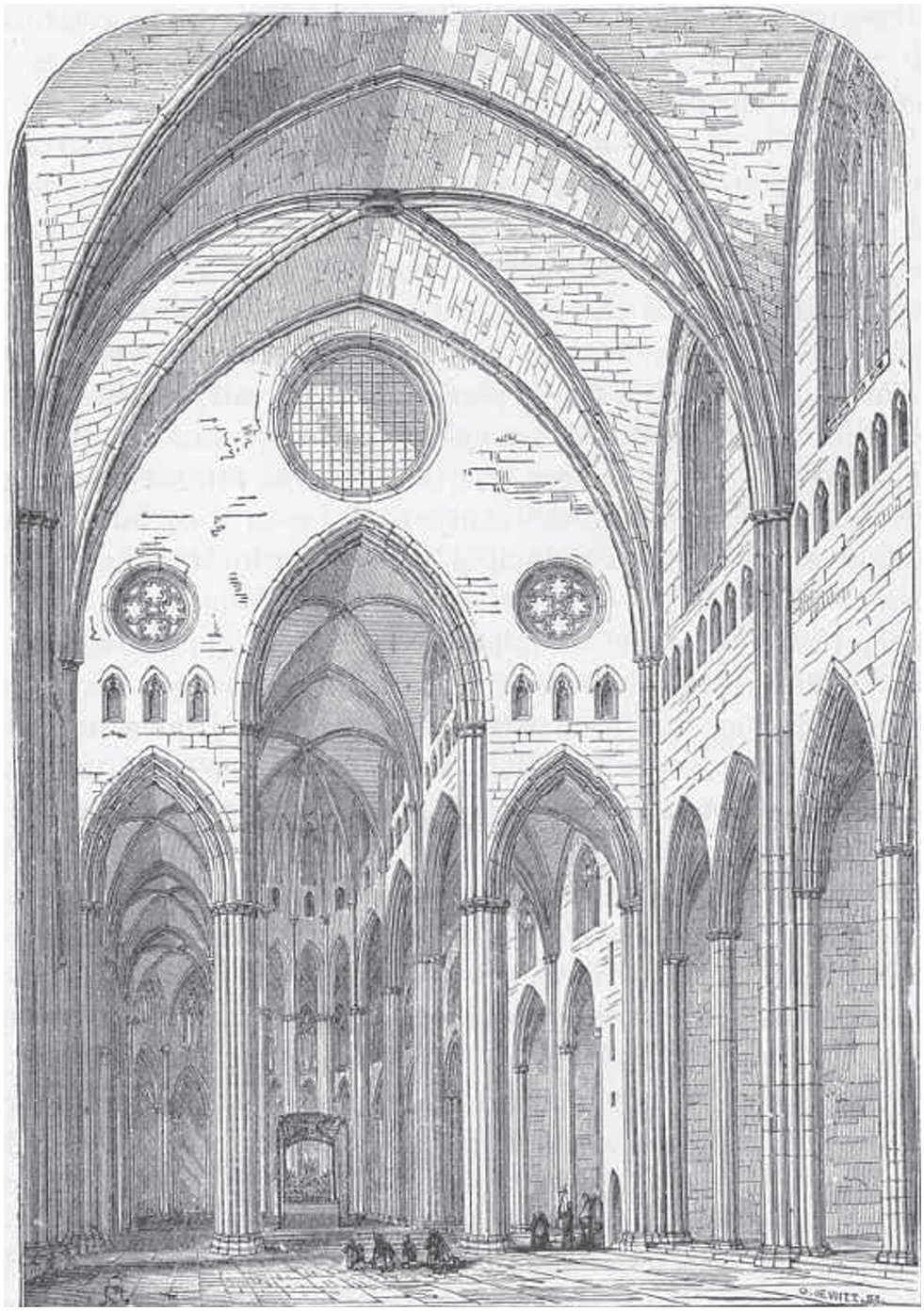


Figura 1. Interior de la catedral de Gerona mostrando la transición de tres naves a una. (Street 1926, 341)

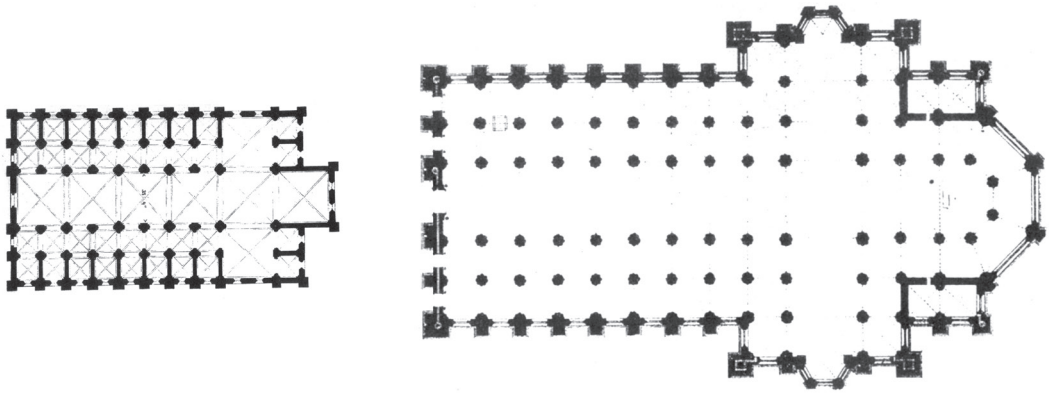


Figura 2. Planos de Santa Maria del Carmine, Pavía (izquierda) y la catedral de Milán (derecha). (Ackermann 1949, fig. 2 y fig. 4)

Sin embargo, estos muros divisorios no fueron levantados en Milán, con el argumento de que, dado que se había reducido la altura de la nave central, no eran necesarios.

En 1399, el consejo de construcción solicitó el asesoramiento del ingeniero francés Jean Mignot, quien inmediatamente declaró que la estructura corría peligro de derrumbe. Se convocó un segundo peritaje, y Mignot emitió su opinión sobre cómo debía modificarse el diseño. Al igual que antes, los ingenieros italianos rechazaron casi todos los consejos recibidos, utilizando en ocasiones una mezcla de sólidos conocimientos de ingeniería con afirmaciones de dudosa credibilidad. Por ejemplo, a la crítica de Mignot de que los contrafuertes no eran lo suficientemente resistentes, los italianos respondieron:

> Los maestros desean colocar grandes tirantes de hierro entre los capiteles para unir una columna con otra, y así se hará en toda la iglesia. Y por encima de dichos capiteles, decidieron... hacer arcos apuntados según el tipo sugerido por otros buenos y expertos ingenieros, quienes dicen al respecto que los arcos apuntados no ejercen empuje sobre los contrafuertes, y por las razones antes mencionadas concluyen que todos los contrafuertes son fuertes y adecuados para soportar un [peso] aún mayor, por lo que no es necesario hacer contrafuertes [adicionales] en ninguna parte de la iglesia (Heyman 1967, 139; Ackerman 1949, 97; Frankl 1960, 72).

Más tarde, al comentar las cuatro torres que se estaban construyendo para sostener la torre del crucero, Mignot dijo:

> No hay pilares ni cimientos capaces de sostener dichas torres, y si la iglesia se construyera con dichas torres en esta posición, sin duda se derrumbaría. Sin embargo, en cuanto a las afirmaciones realizadas por ciertas personas ignorantes, seguramente movidas por la pasión, de que las bóvedas apuntadas son más resistentes y ejercen menos empuje que las redondas, y otras cuestiones más, se hicieron propuestas más caprichosas que sensatas; y lo que es peor, se objetó que la ciencia de la geometría no debía tener cabida en estos asuntos, ya que la ciencia es una cosa y el arte otra. El maestro Jean [Mignot] dice que el arte sin ciencia no es nada («ars sine scientia nihil est») y que, ya sean bóvedas apuntadas o redondas, no sirven de nada si no tienen un bueno cimiento y, sin embargo, por muy apuntadas que sean, tienen un empuje y un peso muy grandes (Ackermann 1949, 100).

Mignot fue retenido en Milán y tuvo una influencia positiva en el diseño de la catedral, pero, tras nuevos desacuerdos, fue finalmente despedido en octubre de 1401.

Catedral de Segovia (1532)

Durante la construcción de la catedral de Segovia, su fabriquero, Rodrigo Gil de Hontañón, pidió a Enrique

Egas, arquitecto de la catedral de Toledo, que analizara el estado actual del edificio. Este informó de que «habiendo considerado todos los detalles de lo que se ha construido, la obra es buena y está muy bien hecha, con todos los elementos de las dimensiones adecuadas, tal y como requiere la obra», y ofreció consejos concretos sobre la secuencia propuesta para la construcción de las tres bóvedas principales. Aquí vemos una comprensión muy clara del equilibrio de un edificio de mampostería en construcción:

> Digo [Egas] que enjarjadas las dos naves colaterales en los pilares torales en sus altos y enjarjadas las capillas de la nave mayor en los dichos pilares en sus altos que estando las jarjas en sus lugares antes que se çierren ninguno de los arcos en las dos colaterales ni en la mayor se han de hechar unas entivas de madera de vigas bastantes de pilar a pilar sobre sus pies en el alto donde an de estribar los terçios de los arcos de las dos naves colaterales y asy echadas las entivas a muy buen recabdo se pueden Cerrar los arcos y capillas de las naves colaterales y quando sean çerradas estas dos naves colaterales se pueden çerrar las capillas de la nave mayor teniendo miramiento que los arbotantes se çierren en su rason y que no les quyten las çinbrias fasta que las capillas de la nave mayor sean çerradas (Huerta y Ruiz 2006, 1627) (Figura 3).

Abadía de Westminster, Londres (1713)

En 1698, mientras se dedicaba al proyecto y la construcción de la catedral de St Paul's y de numerosas iglesias más pequeñas en Londres, Sir Christopher Wren fue nombrado Inspector de Obras de la abadía de Westminster. Llevó a cabo diversas reparaciones en el edificio y sus cimientos y, en 1713, se le pidió que escribiera un informe en el que resumiera la historia del edificio, el trabajo que había realizado en él, su estado actual y algunas propuestas para varias obras nuevas, incluida una aguja (que nunca se construyó). Aunque no es un peritaje tan especializado como los de Milán y Segovia, este breve informe es obra de un auténtico experto en construcción. Algunos ejemplos ilustran nuevos enfoques para describir el comportamiento estructural.

Al analizar la inclinación hacia el interior de las cuatro columnas principales en el crucero, afirma que esto se debía a que el arquitecto original había

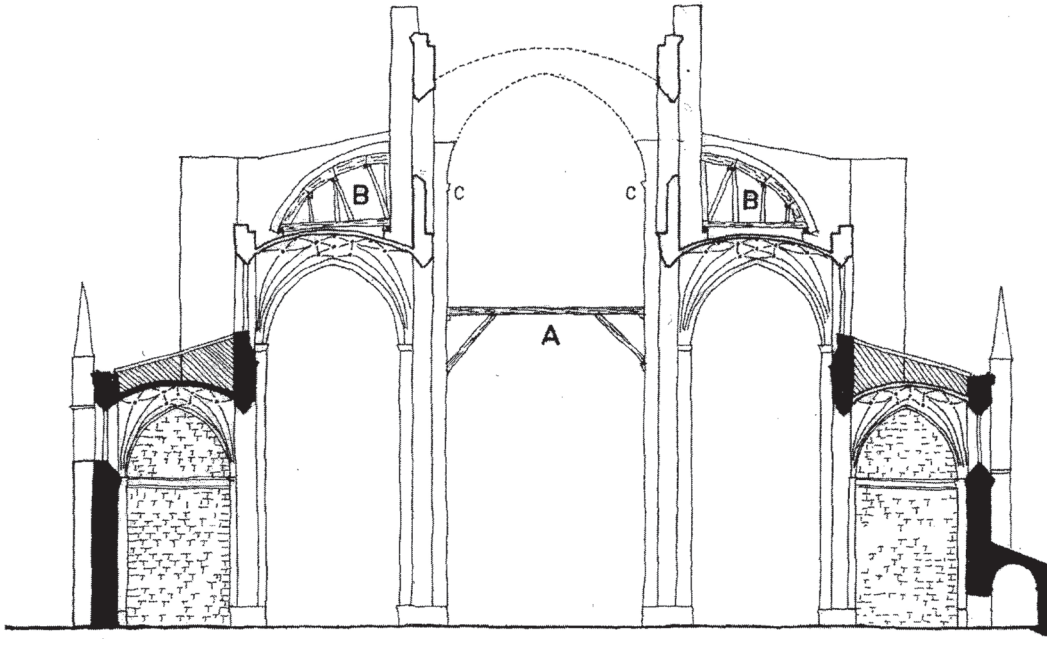


Figura 3. Catedral de Segovia. Ubicación del puntal horizontal temporal sugerido por Enrique Egas. (Huerta y Ruiz 2006, 1628)

supuesto que se estabilizarían con el peso de la torre que sostendrían, pero esta nunca se construyó. Argumenta (de hecho, utilizando una errónea estática del arco) lo siguiente (Figura 4, izquierda):

> Sea ABC un arco que se apoya en C, contra un muro inamovible KM, pero en A sobre un pilar AD, tan pequeño que no puede ser un contrafuerte suficiente para la presión del arco AB: ¿qué hay que hacer entonces? No puedo añadir FG para convertirlo en un contrafuerte, pero construyo EG tan alto, como por adición de peso, para establecerlo tan firme, como si hubiera anexionado FG a él para convertirlo en un contrafuerte. ... Los arquitectos solían construir torres o agujas en el centro, no solo como adorno, sino para reforzar los pilares centrales contra el empuje de las varias filas de arcos, que ejercen fuerza contra ellos en todas direcciones. ... [Hasta el momento en que se construyó la torre], consideró [el arquitecto] sabiamente que si ataba estos arcos en todas direcciones con hierro... Estos hierros que se enganchaban de pilar a pilar han sido robados, y esta es la razón por la que los cuatro pilares se han inclinado hacia dentro y las paredes de arriba se han agrietado; pero no se puede arreglar nada hasta que se restauren primero los pilares, una acción que he estudiado y representado en un modelo, y que debe ser la primera en llevarse a cabo;, de lo contrario, la adición de peso sobre lo que ya está torcido y débil lo agravará aún más. Después una vez que los pilares estén bien asegurados para evitar más deformaciones, será necesario consolidar todo añadiendo más peso sobre ellos, es decir, construyendo una torre según la intención original del arquitecto (Wren 1903, 165-66).

Curiosamente, Wren afirma en otra parte que «los pináculos no tienen ninguna utilidad [estructural]» (Wren 1903, 162), lo que indica que no era coherente. Más adelante, Wren también presenta lo que consideraríamos una explicación incorrecta de la estabilidad de los arcos. Aunque comprendía claramente la función de los contrafuertes y los arbotantes para soportar el empuje de los arcos y las bóvedas, no tenía claro cómo aplicar la ciencia de la estática; no obstante, se trata de uno de los primeros ejemplos del uso de la estática para analizar la estabilidad de un edificio. Wren sostiene que un arco solo puede ser estable si cada mitad es estable (Figura 4 derecha). Y para que un medio arco sea estable, la parte sobresaliente ACD debe equilibrar el estribo, si se tiene en cuenta la rotación alrededor de B. En sus propias palabras:

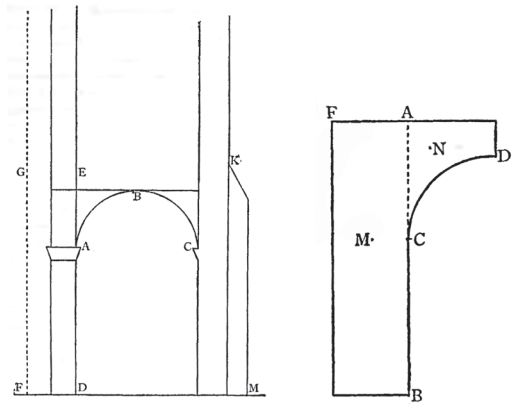


Figura 4. Estabilización de un arco añadiendo peso (izquierda) y la estática de un semiarco (derecha). (Wren 1903, 165, 243)

> Si N es equiponderante a M en cada lado de la perpendicular A B, es cierto que toda la piedra permanecerá inmóvil sobre la base en B, aunque solo sea medio arco; añada una piedra similar en el lado opuesto, hasta que los cuernos se unan en un arco completo, de modo que el conjunto se mantenga tan bien como las dos mitades. ... Por lo tanto, parece que el diseño, cuando hay arcadas, debe regirse por el arte de la estática, o la invención de los centros de gravedad, y el equilibrio adecuado de todas las partes para equiponderarlas; sin lo cual, un buen diseño fracasará y resultará infructuoso. Por lo tanto, concluyo que todos los diseños deben, en primer lugar, someterse a esta prueba o ser rechazados (Wren 1903, 245; Elmes 1823, Apéndice 129).

Wren vuelve a recurrir al uso de la estática cuando critica el trabajo de un arquitecto anterior en Westminster. Cuando los abades decidieron que querían un nuevo claustro:

> Entonces llega un arquitecto audaz, pero ignorante, que se compromete a construir el claustro, de modo que los contrafuertes quedaran fuera del claustro, extendiéndose sobre él. ... Este fue un intento peligroso. Una buena arquitectura depende de la debida consideración de los principios estáticos y del equilibrio adecuado de los pesos de los contrafuertes con respecto a los arcos, y los contrafuertes deben tener la misma gravedad en ambos lados. ... sin embargo, el arquitecto debería haber tenido en cuenta que las nuevas obras, situadas a gran altura y sobre cimientos más nuevos, se asentarían: por ello, las paredes situadas encima de las ventanas se han desplazado diez pulgadas y las nervaduras se han roto. ... Ahora se está reparando con mucho cuidado, y me atre-

vo asegurar que será mucho más fuerte y seguro que cuando lo dejaron los primeros constructores (Wren 1903, 161).

Cúpula de San Pedro, Roma (1742)

La seguridad de la cúpula de San Pedro ha sido objeto de numerosas investigaciones e informes; Schlimme (2006) ha enumerado 21 entre 1680 y 1767. De ellos, dos escritos en 1742-43 —Leseur, Jacquier y Boscovich (1742) y Poleni (1748)— han sido ampliamente analizados y aclamados como los primeros ejemplos del pensamiento estructural moderno utilizando enfoques analíticos que podemos reconocer hoy en día (Huerta 2004).

En el contexto de este artículo, cabe destacar el uso temprano del término *«estabilidad»*. En 1742, el arquitecto Luigi Vanvitelli escribió un informe que más tarde fue publicado en Poleni (1748). En él incluía los siguientes párrafos:

> Sería aconsejable utilizar el arte para crear una nueva y proporcionada capacidad de resistencia, que se oponga de la forma más directa posible a la fuerza que ejerce presión en el punto de mayor energía; y aumentar el peso y la consistencia de los contrafuertes, de modo que puedan servir *de forma estable* y permanente para el fin para el que fueron concebidos, es decir, sostener y apuntalar... la estructura superior. ...
>
> [Otra solución podría ser] ampliar los contrafuertes situados frente a las escaleras de caracol mencionadas anteriormente un poco más que los demás; y construir muros similares sobre el piso superior de cada uno de los cuatro pilares del templo; los cuales... se elevarían hasta la parte superior de la torre que sostiene el zócalo, formando cuatro soportes... que no son insignificantes y que aportan *una estabilidad* considerable. Y después de eso, resumiendo en unas pocas líneas lo que había dicho sobre la resistencia que se debe oponer a la fuerza motriz, sobre el aumento del peso y la consistencia de los contrafuertes, sobre la unión y conexión de las partes más esenciales, y sobre la adición de un nuevo soporte de nueva construcción, concluye indicando que el trabajo debe llevarse a cabo de tal manera que se garantice la *estabilidad* de dicho edificio [cursiva mía] (Vanvitelli 1742; Poleni 1748, párrafos 457, 460).

El propio Poleni utilizó el término «estabilidad» una docena de veces, pero, curiosamente, los *Tre mattematici* no lo utilizaron ni una sola vez.

Puente de Londres (1801)

En 1799 se convocó un concurso para diseñar un nuevo puente que sustituyera al medieval Puente de Londres. Se creó una comisión para comparar los méritos de los distintos diseños presentados. Dos informes, con un total de casi 100 páginas y 27 láminas, examinaron más de una docena de diseños diferentes para un puente y, por separado, un examen más detallado del diseño sin precedentes de Thomas Telford y James Douglass para un arco de hierro fundido con un solo vano de 183 m (Figura 5). El primer informe abarcaba las cuestiones de ingeniería más generales que debían tenerse en cuenta al planificar un nuevo puente, como los impedimentos que los pilares pudieran suponer para la corriente de agua y la navegación, el impacto del flujo de agua alrededor de los pilares en el lecho del río, la inclinación de los accesos al puente y del propio puente, las ventajas relativas de los puentes de piedra y de hierro fundido y los costes detallados de cada una de las propuestas. Los distintos ingenieros (a menudo denominados «artistas») describieron las ventajas particulares de sus propios diseños y varios de ellos informaron sobre su experiencia en el diseño y la construcción de puentes similares.

El segundo informe aborda cuestiones más detalladas relacionadas con el diseño del arco de hierro fundido propuesto por Telford y Douglass (Informe 1801). Se pidió a diez ingenieros eminentes y siete profesores universitarios que respondieran a 21 preguntas sobre la viabilidad del revolucionario diseño. Entre ellas se incluían los factores que influirían en la carga que podría soportar el puente, las dimensiones de los distintos elementos del puente y las fuerzas y los esfuerzos que soportarían, la fuerza que actuaría sobre los estribos y si las orillas del río podrían soportar tales cargas, la fuerza necesaria para volcar el puente perpendicularmente a su longitud, las ventajas relativas de un arco circular y uno elíptico, si sería mejor utilizar una combinación de hierro fundido y forjado, y si sería «necesario o aconsejable» construir y probar un modelo a escala reducida en hierro fundido para determinar su estabilidad y resistencia (Addis 2021, 1061-70). Las respuestas a estas preguntas reunieron una riqueza sin precedentes de experiencia práctica y uso de cálculos estructurales que representan claramente cómo los ingenieros diseñaban un gran puente de arco de hierro fundido en 1800.

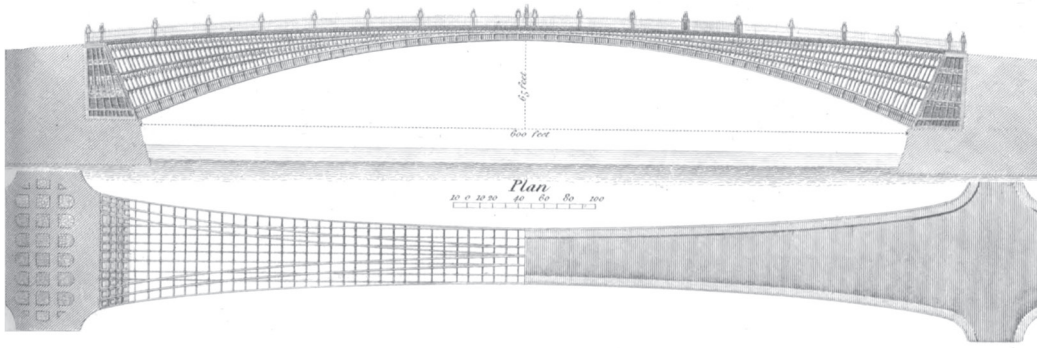


Figura 5. Proyecto de Thomas Telford y James Douglass para un puente de hierro fundido de un solo tramo sobre el río Támesis, en Londres. (Young 1824, lámina XLII, fig. 7).

Algunas respuestas a una de las preguntas dan una idea de la diversidad de opiniones contemporáneas. La pregunta 14 era «¿Qué dimensiones deberían tener los distintos elementos de la estructura de hierro para dotar al puente de la resistencia suficiente?». Las respuestas de tres de los expertos revelan la incertidumbre sobre la fiabilidad de los cálculos:

Dr. Maskelyne. Eminente científico.

Esta pregunta implica el número, la longitud y la disposición de las distintas partes del puente, así como el peso del conjunto, ya que la resistencia de las distintas partes debe ser proporcional a ese peso. Pero el peso depende claramente del número, la longitud y el espesor de las distintas partes, entre las que se desconoce el espesor, que es lo que se requiere; por lo tanto, la pregunta no admite una solución directa. Por eso, deben hacerse varias suposiciones, basadas en la forma circular o elíptica que se supone tiene el arco, y en las formas que se supone tienen las diferentes costillas de los arcos que se apoyan sobre el otro, en el espesor relativo que deben tener las costillas entre sí en las diferentes partes del arco. Me inclino a pensar que las costillas que se encuentran inmediatamente una sobre otra pueden tener el mismo espesor, lo que simplificaría considerablemente el problema: los cálculos de la resistencia relativa de las distintas secciones verticales del puente deben realizarse para cada suposición y, a partir del resultado, debe hacerse una nueva suposición; en todo ello, las ecuaciones algebraicas pueden ser de gran utilidad. Esta investigación no puede llevarse a cabo adecuadamente hasta que se decida la forma general y la construcción del puente.

John Rennie. Eminente ingeniero civil.

Las dimensiones de las distintas partes de este puente deben determinarse mediante experimentos realizados con estructuras o piezas de hierro fundido similares a las que se pretende utilizar en el puente, teniendo en cuenta el equilibrio del conjunto. — He tenido la oportunidad de utilizar hierro fundido en cantidades considerables en la construcción de diversos tipos de molinos, donde la presión ha sido muy grande; y he realizado un número suficiente de experimentos que me permiten calcular la resistencia de las piezas necesarias para la construcción de estas máquinas; pero, por grande que haya sido las fuerzas que he probado, está muy por debajo de las fuerzas que deben soportar las costillas del arco de este puente, por lo que estos experimentos son de poca utilidad en el caso que nos ocupa; pero, sean cuales sean las dimensiones que se determinen como suficientes para soportar el peso de la superestructura, se debe tener muy en cuenta el metal defectuoso, la mano de obra imperfecta, etc., etc.

Charles Hutton. Profesor de la Real Academia Militar.

La mejor respuesta a esta pregunta la darán los experimentos realizados con el modelo* (Report 1801).

[* Un modelo a escala reducida sometido a carga para determinar las fuerzas, las deflexiones y la estabilidad y, por lo tanto, para demostrar la viabilidad del diseño].

Investigaciones públicas sobre fallos estructurales

El trabajo de los ingenieros ha sido a menudo objeto de escrutinio público cuando se investigan las causas de un colapso estructural. Hay muchos ejemplos de

ello, especialmente desde finales del siglo XIX.[2] Por lo general, las investigaciones las llevan a cabo una combinación de expertos jurídicos y técnicos y, a menudo, profundizan mucho en cómo trabajan exactamente los ingenieros y cuál es el estado actual de los conocimientos técnicos, dos aspectos que resultan muy valiosos para los historiadores del la ingenería estructural. A continuación, se presentan dos ejemplos del siglo XIX, los cuales muestran la naturaleza de la información que se puede revelar.

Fábrica textil, Oldham, Inglaterra (1844)

En 1844 se derrumbó una fábrica en Oldham, cerca de Manchester. Estaba construida con columnas y vigas de hierro fundido, suelos de bóvedas de ladrillo y paredes exteriores de ladrillo. Durante las obras de reparación de una zona del suelo de la planta superior, se derrumbó una bóveda de ladrillo. La viga de hierro fundido sobre la que descansaba se fracturó debido a la repentina carga lateral sobre la viga, lo que provocó el derrumbe progresivo de otras vigas del mismo piso y, posteriormente, el derrumbe de todos los pisos inferiores. La investigación reveló que las causas se debían al empleo de métodos de construcción deficientes, al uso de hierro fundido de baja calidad y a la ausencia de refuerzos adecuados que hubieran evitado el derrumbe progresivo de un vano a otra. Un testigo clave en la investigación fue William Fairbairn, el principal constructor de hierro de Gran Bretaña, quien identificó muchos detalles propios del proyecto y construcción del edificio que no cumplían con las buenas prácticas de la época. En una época en la que aún no existían códigos autorizados de prácticas de diseño, Este informe proporcionó valiosas lecciones que ayudaron a los ingenieros a mejorar sus métodos de diseño y construcción. Tres respuestas a preguntas ilustran la naturaleza de la investigación:

> ¿Ensayó o comprobó las vigas [de hierro fundido] antes de que se utilizaran en el edificio?
>
> Samuel Radcliffe. Propietario de la fábrica
>
> Las vigas fueron ensayadas por los fundidores... en el centro de la viga, ya que nuestra empresa exigía que se ensayasen con 8 toneladas, lo que equivale a soportar 16 toneladas de carga general. La carga general a la que estarían expuestas [en uso] se calculó en unas 10 a 12 toneladas (Report 1845, 14).
>
> ¿Recomienda que las vigas de hierro fundido se ensayen antes de utilizarlas en edificios?
>
> William Fairbairn. Eminente ingeniero civil y autoridad en materia de hierro.
>
> En mi propia práctica no le doy mucha importancia a esa prueba, y ello por las siguientes razones: en primer lugar, porque un peso que exceda o duplique la carga permanente tiende a dañar la viga; en segundo lugar, porque pone en movimiento toda la estructura granulada de las partes comprimidas y extendidas, y una vez que se aplasta y se estira más allá de su capacidad de carga, la estructura organizada de la viga se daña gravemente, al igual que las lesiones que se producen en un músculo o tendón del cuerpo humano que se estira violentamente. ... Nunca deben someterse a ensayos que superen la mitad del peso de la bóveda de ladrillo [que soportan] (Report 1845, 24).
>
> ¿Considera adecuado ensayar las vigas de hierro fundido antes de utilizarlas en edificios y, en caso afirmativo, qué método propondría?
>
> Eaton Hodgkinson. Ingeniero científico y autoridad en materia de hierro.
>
> Yo haría examinar bien cada viga para asegurarme de que no tiene defectos y la sometería a un ensayo con un peso en el centro equivalente al menos a tres cuartas partes de la carga que se le aplicaría uniformemente. El daño a la elasticidad del cuerpo, debido al esfuerzo, es de poca importancia en comparación con la seguridad que proporcionaría (Report 1845, 31).

Puente Dee, Inglaterra (1847)

El fallo de una viga de hierro fundido en un puente ferroviario en 1847, cerca de Chester, en el norte de Inglaterra, dio lugar a una importante investigación y a un amplio informe sobre el uso del hierro en las estructuras ferroviarias; quizá sea la mejor visión que tenemos de cómo los ingenieros de mediados del siglo XIX proyectaban realmente sus puentes. El informe, de solo diez páginas, va seguido de 273 páginas de apéndices en los que se recogen los resultados de numerosas pruebas sobre las propiedades del hierro fundido y de experimentos con vigas de puentes, seguidas de 94 páginas de testimonios verbales y escritos de diecinueve ingenieros eminentes (entre ellos Isambard Brunel, William Fairbairn, Robert Stephenson, Peter y William Barlow, Joseph Locke y John Hawkshaw) y 19 páginas de análisis de estas pruebas y otros materiales presentados a la comisión. Lo notable de estas pruebas es que gran parte de ellas están

escritas en primera persona y son muy vívidas. Presentan las opiniones de los ingenieros, su propia experiencia y los diferentes grados de confianza que tenían en diversos aspectos del proceso de proyecto, por ejemplo:

> P: ¿Qué múltiplo de la carga máxima considera que debe ser el peso de rotura de una viga?
>
> R: En todos los casos en los que he proyectado puentes, lo he establecido en al menos seis veces mayor (Peter Barlow) §431;
>
> R: Entre una cuarta parte y un tercio; tres veces es la regla generalmente aceptada, pero yo prefiero cuatro (Fairbairn) §538;
>
> R: No me atrevería a poner una carga superior a una cuarta parte del peso de rotura (William Barlow) §709;
>
> R: Por lo general, he empleado aproximadamente seis veces la carga de trabajo como resistencia calculada (Robert Stephenson) §831;
>
> R: Por lo general, hemos permitido entre tres y cuatro veces más para las vigas mediante cálculos ordinarios (Joseph Locke) §952;
>
> R: Por supuesto, eso depende totalmente del uso que se le vaya a dar a la viga, y también depende totalmente de la rigidez de la forma de la viga. En mi propia práctica con vigas de forma normal para puentes de luz moderada, diría que, tomando la mayor carga posible que pueda soportar en cualquier accidente y suponiendo que sea un tercio o dos quintos del punto de rotura de la viga, creo que, en muchos o en la mayoría de los casos, esa debe ser la proporción (Brunel) §1154;
>
> P: ¿Cuál es la mayor longitud entre los soportes a la que limitaría el uso de vigas simples de hierro fundido en puentes ferroviarios?
>
> R: Hablo según mi experiencia actual, pero eso puede cambiar mañana. Ahora estoy colocando vigas más grandes que las que he colocado nunca; no creo haber colocado ninguna de más de 35 o 40 pies (10,7-12,2 m) de luz. Estoy haciendo algunas de 45. Creo que tengo una de 47 (14.3 m), pero esa es la mayor extensión a la que he llegado hasta ahora. Quizás vaya más allá. Iré tanteando el terreno y, si veo que puedo ir más allá, lo haré (Locke) §983;
>
> R. No sé si estaría dispuesto a limitar su uso en absoluto; al menos, no tengo una opinión clara sobre la luz a la que lo haría. Creo que si se construye la viga lo suficientemente grande en proporción, se pueden extender las vigas de hierro fundido a luces mucho mayores que las que hemos tenido hasta ahora (Hawkshaw) §122;
>
> R. Propongo que el límite sea de 40 pies (Barlow) §454;
>
> R. En principio, mi límite sería aquel en el que pueda asegurar una fundición sólida, cuya textura pueda conocer con seguridad, y en la práctica, ese límite ha sido de 30 o 35 pies (9,1-10,7 m) (Brunel) §1184. (Report 1849).

Conclusión

El objetivo de este artículo ha sido ofrecer algunos ejemplos de cómo podemos mejorar nuestro conocimiento sobre la evolución histórica de la comprensión del comportamiento estructural por parte de los ingenieros y de los métodos de proyecto estructural. De este modo, podemos obtener perspectivas específicas sobre la naturaleza del proyecto de ingeniería, especialmente antes del uso de las teorías y la ciencia modernas del equilibrio, la estática y la elasticidad, cuando se empleaban otras teorías y ciencias, principalmente geométricas (Addis 1990, Huerta 2004). El trabajo de los ingenieros siempre ha abarcado mucho más que las teorías y la ciencia disponibles en un momento determinado. También has sido importante la forma en que los proyectistas han *utilizado* las teorías y la ciencia, junto con su conocimiento de los antecedentes y su propia experiencia, para adquirir la confianza necesaria para crear proyectos innovadores que pudieran construirse y, lo que es más importante, que fueran seguros.

Se obtendrá una mayor comprensión de la naturaleza y el desarrollo histórico del proyecto y calculo estructural mediante un estudio más profundo de los peritajes que se utilizan para resolver problemas y evaluar proyectos sin precedentes, así como de las investigaciones para determinar las causas de hundimientos de obras de ingeniería, en las que los ingenieros han explicado cómo llevaron a cabo su trabajo, han dado sus opiniones, han discutido la naturaleza de su propia experiencia y cómo han desarrollado su conocimiento de ingeniería.

Notas

1. Muchas de las citas originales del artículo han sido traducidas por el autor de varios idiomas al inglés y luego al español. Se ha hecho todo lo posible por mantener la precisión y preservar el espíritu del original, pero no se garantiza la precisión total. Dicho esto, a menudo lo que la gente quiere decir no está siempre claro ni siquiera en el idioma original.

2. Dos ejemplos especialmente fructíferos son el colapso del puente colgante de Tacoma Narrows en 1940 (Amman et al., 1941) y el colapso del puente de vigas cajón de acero de West Gate en Australia en 1970 (Informe, 1971). El colapso de un depósito cubierto en 1905 en Madrid ha sido estudiado recientemente con gran detalle, siguiendo el método propuesto en este artículo, que abarca no solo un estudio de las investigaciones oficiales, la cobertura de la prensa contemporánea y las directrices de diseño, sino también un nuevo estudio para confirmar las causas del colapso (Díaz-Pavón Cuaresma 2016).

Lista de referencias

Ackerman, J.S. 1949. «Ars sine scientia nihil est». Gothic Theory of Architecture at the Cathedral of Milan. *The Art Bulletin*, 31(2), 84–111.

Addis, W. 1990. *Structural engineering: the nature of theory and design*. Chichester: Ellis Horwood.

Addis, Bill (Editor). 2021. *Physical models: Their historical and current use in civil and structural engineering design*. Berlin: Ernst und Sohn.

Ammann, O.H.; von Kármán, T. and Woodruff, G.B. 1941. *The failure of the Tacoma Narrows bridge. A Report to the Hon. J.M. Carmody, Administrator, Federal Works Agency, Washington*. Pasadena: Board of Engineers, 1941. https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015021064251&seq=11

Díaz-Pavón Cuaresma, Eduardo. 2016. *El hundimiento del tercer deposito del Canal de Isabel II en 1905*. Madrid: Fundación Juanelo Turriano. https://issuu.com/juanelotorriano/docs/tercer_deposito-issuu/314

Elmes, James. 1823. *Memoirs of the Life and Works of Sir Christopher Wren*. London, 1823.

Frankl, P. 1960. *The Gothic: Literary Sources and Interpretations Through Eight Centuries*. Princeton: N.J., Princeton University Press.

Heyman, J. 1967. Beauvais Cathedral. *Transactions of the Newcomen Society*, 40(1), 15–35.

Huerta, S, 2004. *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cáilculo traditional de estructuras de fábrica.* Madrid: Institute Juan de Herrera.

Huerta, Santiago and Antonio Ruiz. 2006. Some notes on Gothic building processes: The expertises of Segovia Cathedral. In: *Second International Congress on Construction History*, 29th. March- 2nd April 2006, Queen's College, Cambridge. Edited by M. Dunkeld et al., 1619-1632. London: Construction History Society.

Huerta, Santiago and Paula Fuentes. 2020. The Cathedral of Girona and the Language of Equilibrium. In: *Konstruktionssprachen* edited by Roland May, Volker Wetzk, Sabine Kuban, et al., 101-129. Basel: Birkhäuser.

Leseur, T, Jacquier, F and Boscovich, G R, 1742. *Parere di tre mattematici sopra i danni, che si trovano nella cupola di S. Pietro*… Rome.

Mortet, Victor. 1901. L'expertise de la Cathedrale de Chartres en 1316. *Congrès Archéologique de France*, 67: 308-329.

Poleni, G. 1748. *Memorie istoriche della Gran Cupola del Tempio Vaticano*. Padua: Nella Stamperia del Seminario. (Written 1743)

Report. 1801. Report from the Select Committee upon further Measures for Improvement of The Port of London (London Bridge). In: *Reports from Committees of the House of Commons*, XIV, 1793-1802. London: HMSO, 1803. 604-635.

Report. 1845. *Report on the Fall of the Cotton Mill at Oldham, and part of the Prison at Northleach*. London: HMSO.

Report. 1849. *Report of the Commissioners appointed to inquire into the Application of Iron to Railway Structures*. London: HMSO.

Report. 1971. *Report of Royal Commission into the Failure of West Gate Bridge*. Victoria, Australia: Government Printer. https://www7.austlii.edu.au/au/other/vic/VicRoyalC/1971/1.pdf

Schlimme, Hermann. 2006. Construction Knowledge in Comparison: Architects, Mathematicians and Natural Philosophers Discuss the Damage to St. Peter's Dome in 1743. In: *Proceedings of the 2nd International Congress on Construction History, Cambridge: 2006*, edited by M. Dunkeld, J.W.P. Campbell, H. Louw, et al. 2853-2867.

Street, G.E. 1865. *Some account of Gothic architecture in Spain*. London: Dent.

Street, G.E. 1926. *La Arquitectura Gótica en España*. Madrid: Saturnino Calleja.

Vanvitelli, Luigi. 1742. *Breve Parere dì N. N. per la riparatone de presenti danni nella Cupola di S. Pietro, e per impedirne l'ulteriore progresso*. In: Poleni, G. 1748, parrafos 455-460.

Wren, Christopher. 1903. *Life and Works of Sir Christopher Wren. From the Parentalia or Memoirs, by his son Christopher*. London: Edward Arnold. (First published 1750)

Young, Thomas (1824) Article on 'Bridge'. In: *Supplement to the fourth, fifth and sixth editions of the Encyclopaedia Britannica*. Vol. 2: 497-520, Plates.

Desplazamiento vertical de una casona catalogada en la Ciudad de México

Jorge Ernesto Alonso Hernández

Grupo Eco construyó de 2014 a 2019 el edificio de hotelería "Torre Sofitel", con 42 niveles, 6 sótanos de estacionamiento y 172 m de altura. Para su construcción se utilizó el sistema Top Down. El sistema, por su complejidad y eficiencia constructiva en suelos como el de la Ciudad de México, fue presentado en el Tercer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción realizado en la Ciudad de México del 21 al 25 de enero de 2019, (Casanueva, E., 2019). "Torre Sofitel" se ubica en la Ciudad de México sobre el Paseo de la Reforma en un predio con un área de 1200 m2 dentro de los cuales existe una casa catalogada por el Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura (INBAL) construida a principios del siglo XX.

Para lograr la funcionalidad de la torre, era necesario acceder al motor lobby a través de la casona existente, donde era fundamental lograr el tránsito vehicular y respetar la casa catalogada que ocupa casi la totalidad del frente del predio a la Avenida Paseo de la Reforma.

La solución fue elevar la casona para dar el acceso vehicular a un espacio vestibular de triple altura y a la vez convertir la planta alta de la misma en un bar de atmosfera francesa, agregando la utilización de la azotea como ampliación del mismo bar con vistas al icono de la Ciudad de México: El Ángel de la Independencia.

Características generales de la casa

El predio ubicado en Avenida Paseo de la Reforma número 297 estaba ocupado por una casa edificada en el año 1937, edificio de arquitectura civil que fue intervenido totalmente durante los años de 1958. Posteriormente, en 1983 debido a un cambio de uso de suelo, con losas de concreto reforzado apoyadas sobre muros de carga de 28 cm de espesor, hechos de tabiques de barro rojos recocidos y aplanados de cal y arena, con castillos y cadenas estructurales se aloja una sucursal bancaria.

Las fachadas de la casa están recubiertas con piezas de cantera de 12.5 cm de espesor, unidas a los muros de tabique con mortero de cemento. Los perímetros de puertas y ventanas de estas fachadas están también recubiertos de piezas de cantera labrada, formando columnas falsas y medallones ornamentales.

En la parte alta de la casa se conserva la estructura original de muros de carga y losas de concreto. Su cimentación es a base de dalas de concreto armado apoyadas sobre zapatas corridas de mampostería piedra braza y desplantadas a una profundidad de -1.50 m con relación a nivel de banqueta, con un ancho promedio del orden de 90 cm.

Jorge Ernesto Alonso Hernández – Universidad Nacional Autónoma de México

Figura 1. Fachada principal del Hotel Sofitel (Alonso Hernández, 2018)

Figura 2. Vista general Hotel Sofitel (Alonso Hernández, 2018)

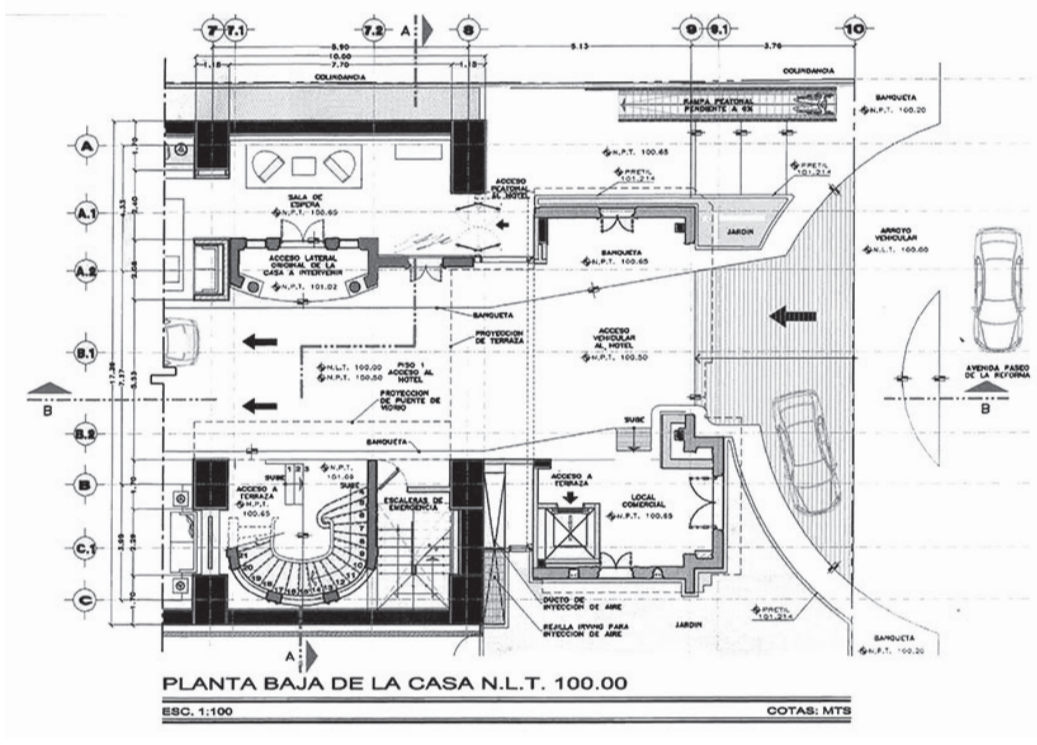


Figura 3. Planta casa Catalogada Hotel Sofitel - Acceso Principal (Alonso Hernández, 2018)

Procedimiento general para elevar la casona de paseo de la reforma 297. ¿Por qué elevar la casa?

Para lograr la funcionalidad del "Hotel Sofitel" se requería dar acceso, además de a los automóviles en sus diversas dimensiones, a los vehículos colectivos que dan servicio desde los aeropuertos y que brindan en general servicios turísticos. Este tipo de vehículos tienen mayor altura y el vano existente no permitía acceder al motor lobby del edificio, generando una gran complicación dadas las condiciones de un terreno reducido y una casa catalogada ocupando el frente de este.

Para optimizar el poco espacio disponible en el predio, se analizaron varias opciones; se propuso desarmar la casona catalogada como un rompecabezas, como se hizo con la casa de las bombas de Tacubaya o la fachada del edificio Palavicini en la ciudad de México (Valle-Puga et al, 1990) de esa manera se tendría todo el frente del predio liberado para la construcción de la torre de hotelería y después de construir el edificio, rearmar la casona en su sitio original. Esta idea original tuvo la variante de conservar en su sitio la primera crujía que es la que da el frente a Paseo de la Reforma y tiene los trabajos de cantera únicos y más conservados y, con la técnica de anastilosis, conservar la tercera crujía que era el acceso principal de la casona que daba frente al lateral oriente conservando la escalera principal de abanico con un espectacular recubrimiento de mármol y vitrales, esta tercer crujía se desarmo, se guardó en cajas y se rearmo tres años después dentro del Motor Lobby de triple altura del edificio.

La posibilidad de elevar la casa para dar acceso correcto al funcionamiento del motor lobby enriqueció el proyecto original, puesto que no solo se tendría el primer edificio de hotelería francesa de nivel platino en México, sino que se emplearía tecnología de vanguardia para elevar una estructura catalogada sin dañarla.

En el mundo existen diversas estructuras que han requerido por particulares condiciones ser cambiadas de sitio: Edificio Cudecom en Colombia en el año de 1974 (Páez Restrepo, A. ,1975), el edificio Fu Gang en China en 2004 (Guinness World Récord 2010), y varias estructuras en Estados Unidos.

En México se han desplazado estructuras; el primer movimiento fue realizado en 1950 en Guadalajara, Jalisco donde se desplazó un edificio de Telmex para la ampliación de una avenida (Villalaz, C., 2010) y ya en años recientes el trabajo realizado en Torre Reforma (2017), pero lo innovador de la casona sobre Av. Paseo de la Reforma 297 es elevarla verticalmente, tratándose de una estructura antigua con poco refuerzo estructural y teniendo un peso de 900 toneladas.

Descripción de las diversas etapas del procedimiento utilizado para la elevación de la casa patrimonial

Reforzamiento estructural de la casa

El análisis estructural realizado permitió comprender de mejor manera que al tratarse de una estructura de principios del siglo XX, la casa catalogada era extremadamente susceptible de sufrir deformaciones, por lo tanto, para garantizar su correcta conservación y el mínimo agrietamiento, se diseñó una estructura metálica con PTR de 2" x 2" colocada por el exterior de la construcción con tensores, contravientos y atiezadores, para que los pocos centímetros de deformación no la afectaran. Como complemento del aseguramiento de la estructura, algunos de los muros interiores fueron re-

Figura 4. Vista interior acceso vehicular (Alonso Hernández, 2018)

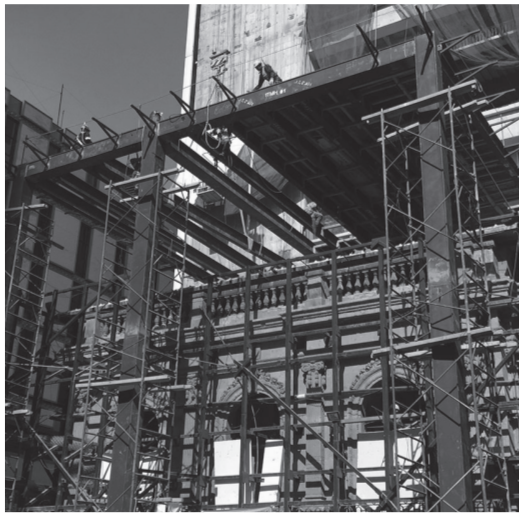


Figura 5. Estructura de protección de casa catalogada. (Alonso Hernández, 2018)

Figura 6. Trabajos de recimentación (Alonso Hernández, 2018)

forzados con maya de acero 66-10-10 y repellados con concreto lanzado para dar mayor rigidez a la estructura de la casa. Estos trabajos fueron solo el preámbulo de aseguramiento para dar paso a la complejidad de procedimientos que se desarrollaron a continuación.

Recimentación

Durante la elevación, la casa estaría apoyada solo en seis gatos hidráulicos cuyos claros de separación eran variables. Al ser la casa una estructura frágil, el principal reto era controlar las deformaciones que podrían presentarse, por ello se decidió reforzar la cimentación existente, siendo esta una zapata corrida de mampostería de piedra braza rematada con una cadena de concreto armado y desplantada a -1.50 de profundidad. Se diseñó estructuralmente un elemento de confinamiento a la cimentación original con contratrabes de concreto armado con dimensiones de 0,25 de espesor por 1.20 logrando con esto la rigidez necesaria de la estructura.

Elementos de liga con la estructura del edificio de 50 niveles

El procedimiento de elevación requirió establecer elementos estructurales “puente” entre la casa y el edificio de hotelería, de tal forma que al frente en los ejes A1, B2 y C1 de la casa se construyeron tres pilas de cimentación con diámetro de 1m y profundidad de 18 m para ser apoyo de trabes metálicas denominadas vigas de reacción, con sección IR 686 mm x 264.9 kg/m y longitud de 10.00 m colocadas entre la cabeza de la pila y el muro Milán de la propia estructura del edificio. Estas trabes realizaron la función de ser el sitio donde se apoyaron los seis gatos hidráulicos con los que se ejecutó la elevación.

Proceso de subexcavación para liberar la casa catalogada

Ejecutado el proceso de confinamiento de la cimentación y construido el soporte de los gatos para la elevación a partir del puenteo de las vigas de reacción, se realizó el proceso de subexcavacion total de la casa para liberarla del suelo y permitir el movimiento de elevación. El estudio de mecánica de suelo definió la estabilidad de la excavación para un adecuado comportamiento, revisando el estado límite de falla conociendo las propiedades del subsuelo del sitio, esto a partir de pruebas triaxiales.

El procedimiento constructivo fue una excavación a cielo abierto porque siendo una excavación no pro-

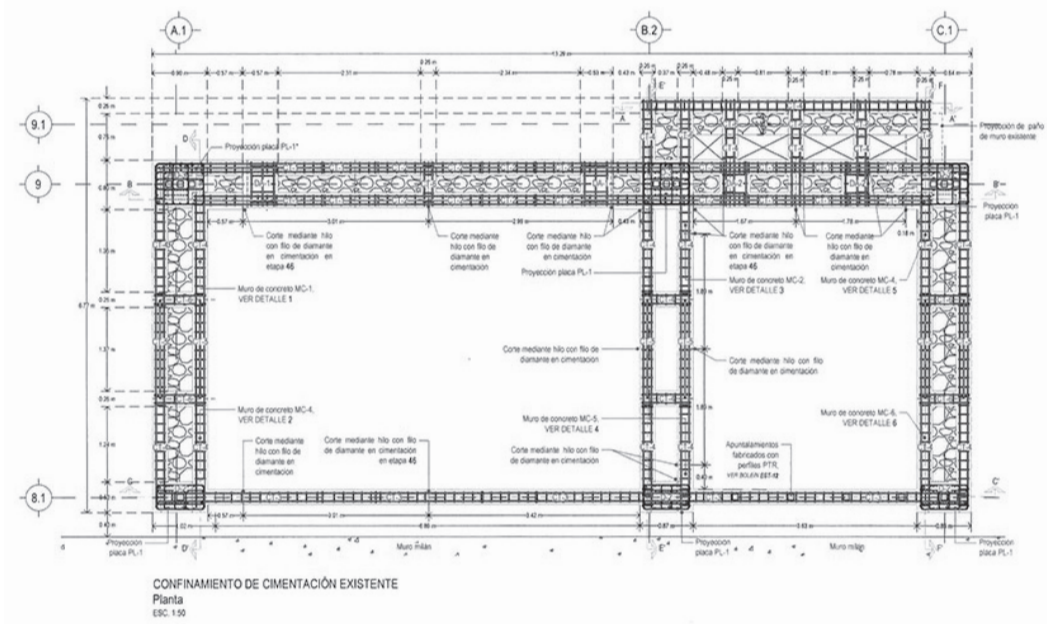


Figura 7. Planta de recimentación (Alonso Hernández, 2018)

funda se dejaron taludes adecuados, se hicieron análisis de expansiones elásticas y se removió el material debajo de la casona para liberarla totalmente. Parte fundamental fue el desarrollo de un sistema de control de nivel freático, porque es fundamental recordar que es la Ciudad de México asentada en lo que fue un lago y donde este nivel se encuentra a más menos -1.50 m de profundidad.

Figura 8. Colocación de vigas de reacción. (Alonso Hernández, 2018)

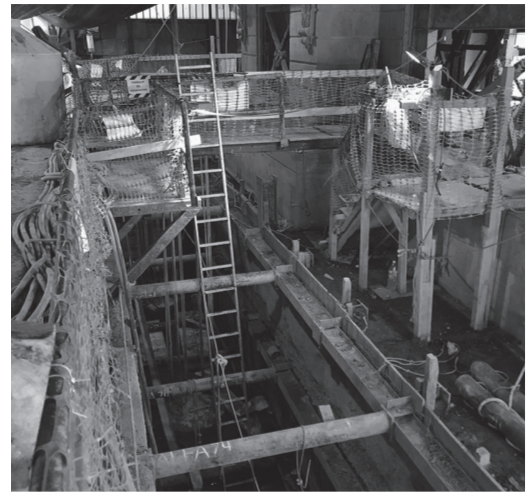


Figura 9. Excavación para liberación de cimentación de casa. (Alonso Hernández, 2018)

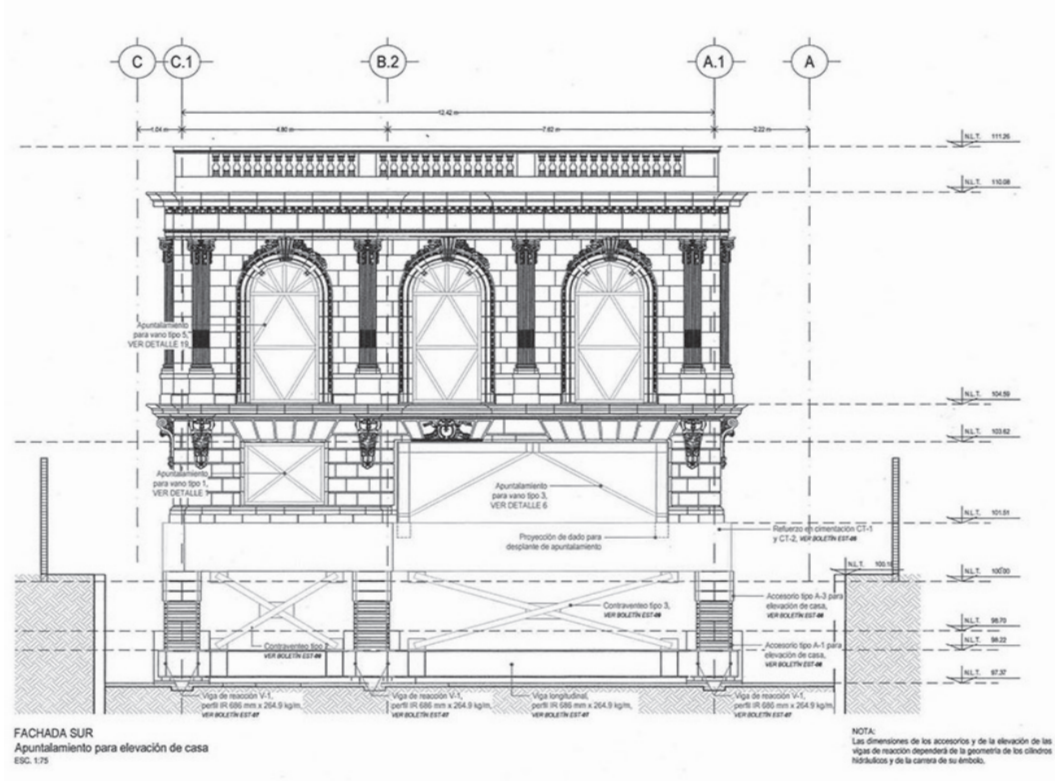


Figura 10. Gráfica del sistema de elevación. (Alonso Hernández, 2018)

Proceso de elevación

Garantizar un proceso constructivo de forma segura y controlada es siempre complejo y más cuando el proceso de elevación no es un trabajo cotidiano y repetitivo. Podemos asegurar que es un trabajo especial y de alto riesgo que se enfrentó a partir de un sistema de elevación sincrónico, con un manejo que requirió precisión en extremo. Se desarrollo un sistema con seis gatos hidráulicos para la carga de 900 toneladas.

Los gatos hidráulicos estuvieron conectados entre sí por medio de un cable de datos a una computadora portátil, donde el software permitió establecer los parámetros exactos necesarios para ejecutar la elevación con toda su complejidad.

A través de los gatos el levantamiento paulatino de la construcción debió garantizar una elevación que no debería tener una diferencia mayor a 1cm entre cualquiera de los apoyos.

Los accesorios metálicos diseñados para la elevación fueron de tres tipos.

El primero denominado A-1 con dimensión de 0.80x0.60m conformado por Perfil CE 203 mm x ¡7.1 Kg/m, Placa e=19 mm y atiezadores e= 13 mm que tenía como función ser un marco auxiliar para posicionamiento de los gatos hidráulicos, estos se iban retirando una vez alcanzado el nivel para la colocación del siguiente accesorio.

El segundo accesorio denominado A-2, una “C” formada con perfil IR 200mm x 14.9 kg/m con perforaciones de diámetro 3/8, para atornillarles una placa e=64mm, este accesorio en acompañamiento con el A-1 servía como ensamble y estaban clasificados por nivel y punto de elevación.

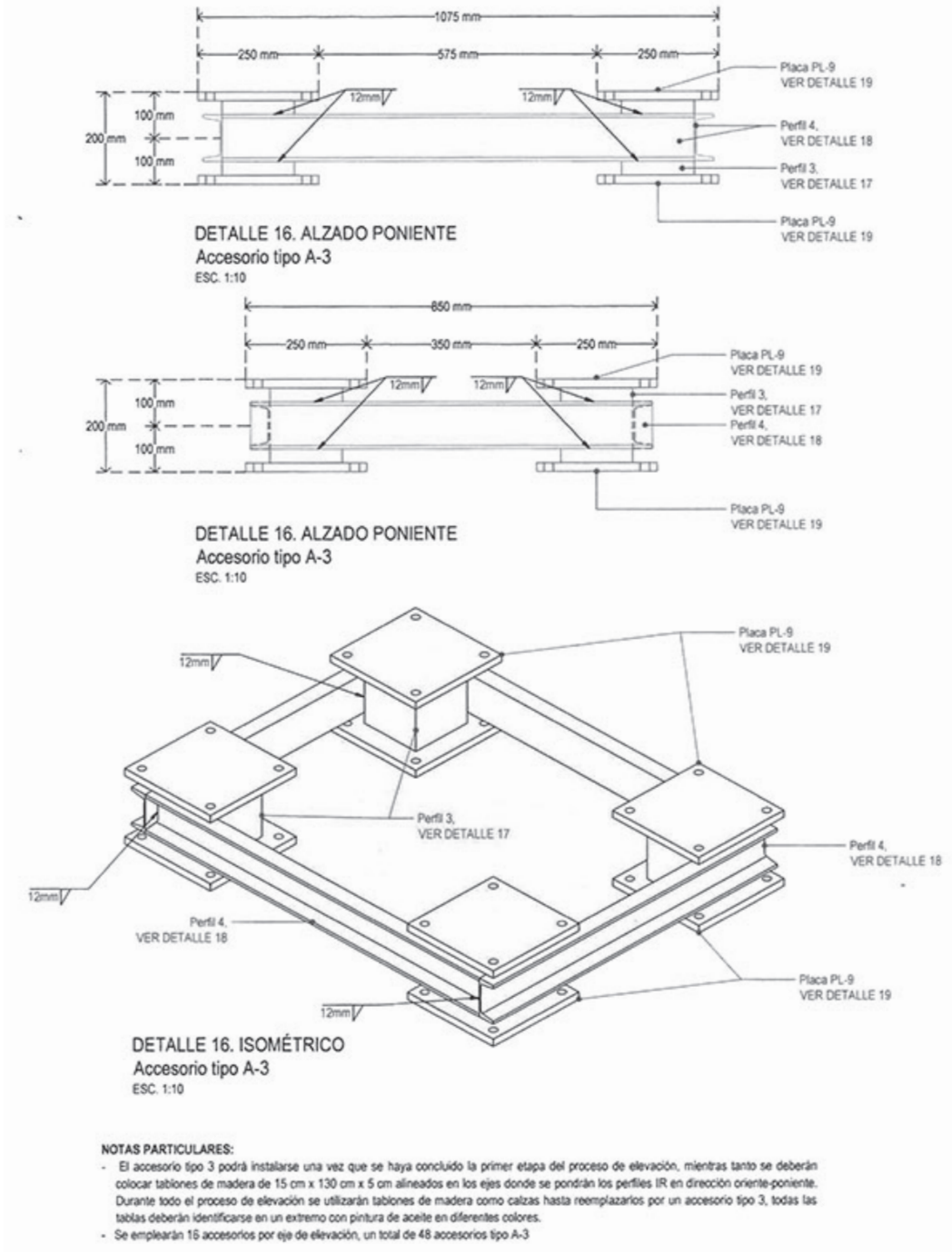


Figura 11. Plano isométrico de accesorio. (Alonso Hernández, 2018)

Figura 12. Gato hidráulico utilizado para trabajos de elevación. (Alonso Hernández, 2018)

Figura 13. Accesorios de soporte para elevación. (Alonso Hernández, 2018)

Finalmente el tercer accesorio A-3 con dimensiones de .80 x 1.10 m, conformada por 4 perfiles PTR 15 cm x 15 cm x ¼" con placas en su parte inferior y superior e=19 mm con 4 perforaciones para pernos nelson diámetro ¾", sirvió como puntal para armar conjuntamente con 4 barras de perfil CE 102 mm x 6.70 kg/m, el accesorio A-3 se posicionaba sobre las vigas de reacción cada vez que la elevación alcanzaba una altura de 0.20 cm hasta alcanzar la altura total requerida, estos eran los apoyos definitivos.

Reestructuración definitiva

Habiendo alcanzado el nivel de elevación requerido por proyecto se procedió a colocar los armados necesarios para colar los muros de concreto perimetrales y transversales, se armaron dados en donde estuvieron posicionados los gatos hidráulicos para dejar en su nueva posición la edificación catalogada con todas las condiciones de seguridad estructural.

Reflexión final

"¿No has observado, al pasearte por esta ciudad, que entre los edificios que la componen, algunos son mudos, los otros hablan y otros, en fin, los más raros cantan? No es su destino, ni siquiera su forma general, lo que los anima o los reduce al silencio. Eso depende del talento de su constructor". (Valéry, P. ,2007).

Esta demanda funcional de requerir el acceso al edificio de hotelería, llevo a la aventura tecnológica

Figura 14. Habilitado de acero para cimentación. (Alonso Hernández, 2018)

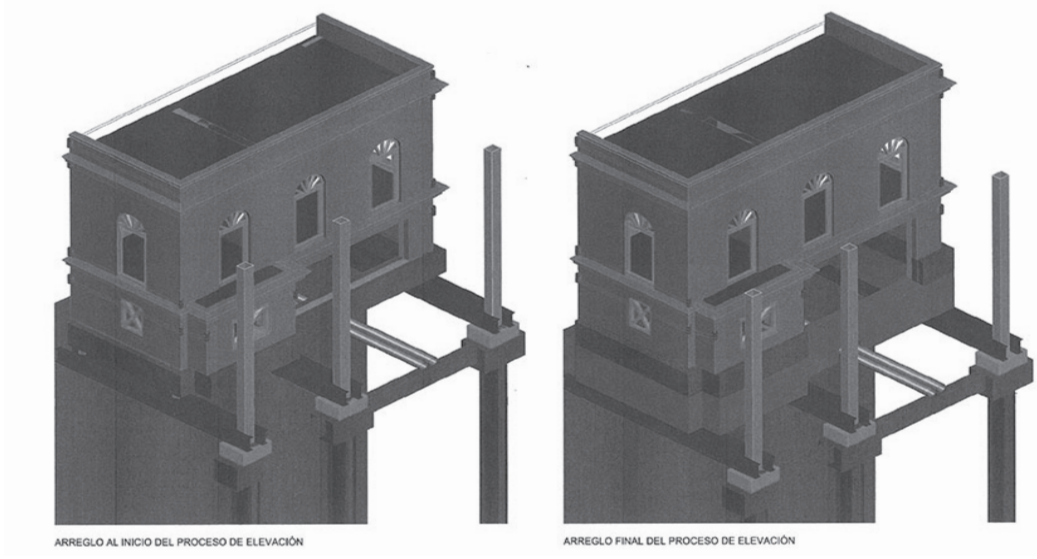


Figura 15. Esquema síntesis del proceso de elevación. (Alonso Hernández, 2018)

de diseñar un proceso constructivo para la elevación de la casa catalogada ubicada en Av. paseo de la Reforma 297, donde se modificó el destino de casa habitación resguardando la forma y su relación con el contexto y al mismo tiempo reutilizar, reciclar, rehabilitar adecuada y respetuosamente los espacios arquitectónicos y la estructura física original de este edificio histórico, dándole un uso nuevo, conservando y enriqueciendo sus valores patrimoniales.

Lo anterior solo pudo suceder a partir de la interdisciplina de especialistas en suelos, estructuristas, restauradores, especialistas en normatividad, en seguridad en el trabajo y el conocimiento de una amplia visión tecnológica que permitió un excelente trabajo, concluyendo que LA TÉCNICA ES CRITERIO, EFICACIA Y MESURA.

Lista de referencias

Casanueva Gauchuz , E. (2019). *Tercer Congreso Internacional Hispanoamericano de historia de la construcción Ciudad de México*. Instituto Juan Herrera. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, vol. 1 p.p. 31

Guinness World Records (2010, Septiembre) “Heaviest building movedintact”, https://www.guinnessworldrecords.es/

Páez Restrepo, A. (1975). Traslado del edificio Cudecom, Bogotá – Colombia. *Informes De La Construcción*, *28*(274), 49–64. https://doi.org/10.3989/ic.1975.v28.i274.2832

Valéry, P. (2007). Eupalinos o el arquitecto (M. Pani, Trad.). UNAM, Facultad de Arquitectura.

Valle-Puga, Erika B., Segovia-Pacheco, José A., y Santoyo-Villa, Enrique, (2011) *Horizontal displacement of a catalogued house in Mexico City*. TGC Geotecnia, México City, México.

Villalaz, C. (2010), “Mecánica de suelos y cimentaciones”, Sexta edición, México, Limusa

125 aniversario del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales: El archivo del Laboratorio.

Joaquín Antuña Bernardo
David Sanz
Cristina Mayo Corrochano

El año 2024 se celebró el 125 aniversario del Laboratorio Central de Ensayo de Materiales creado en la Escuela de Ingenieros de Caminos y que actualmente sigue en activo aunque haya cambiado la estructura en la que está integrado. Ahora pertenece al Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) que está adscrito orgánicamente al Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible y depende funcionalmente de este ministerio y del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico según se indica en su web. Su actividad se ha mantenido de manera constante durante ese tiempo, estudiando en cada momento los materiales y técnicas utilizados en la construcción.

En las instalaciones del centro situadas en la Avenida Alfonso XII de Madrid se conserva el archivo del laboratorio en el que se pueden consultar todos los expedientes de los ensayos realizados desde su origen hasta la actualidad. En ellos se puede rastrear la evolución de las técnicas y materiales utilizados en españa a lo largo del último siglo.

Su creación resultó de la confluencia del interés continuado de varias personas que, durante varios años, promovieron su creación. En el texto se identifican personajes, entidades y motivaciones que concurrieron en la formación del laboratorio y se muestra la actividad y evolución de los primeros seis años de actividad del laboratorio.

Antecedentes de laboratorios de ensayos de materiales

En la creación del Laboratorio Central de Ensayo de Materiales concurren varios intereses que se pueden agrupar, al menos, en tres ámbitos diferentes. En primer lugar está la propia Escuela de Ingenieros de Caminos que, casi desde su inicio, incluía entre sus actividades formativas la del estudio de los materiales de construcción. Por otra parte, la necesidad de inspección de puentes de hierro realizados en la segunda mitad del siglo XIX con el fin de valorar si eran suficientemente seguros para la nueva situación producida por al aumento de los pesos y velocidad de los ferrocarriles; para ello es preciso conocer con precisión la resistencia de los materiales empleados en su construcción y poder valorar su seguridad, así como permitir asegurar la de los que se construyan en el futuro. Por último, el conocimiento de la resistencia de morteros y hormigones realizados con cemento de diferentes tipos. En cada uno de estos grupos participan distintas personalidades y en diferente medida en la definición y creación del nuevo laboratorio.

La escuela de ingenieros

Las clases en la Escuela de Ingenieros creada por Agustín de Betancourt comenzaron en 1802 en el Retiro. En el edificio destinado a la escuela se reser-

Joaquín Antuña Bernardo; David Sanz; Cristina Mayo Corrochano – Universidad Politécnica de Madrid

vó una sala para la creación del gabinete de máquinas y entre los objetos incluidos en ella no había propiamente máquinas de ensayos, pero si se mostraba, por ejemplo, una prensa hidráulica que se podía utilizar para realizar ensayos mecánicos.

En los años siguientes, tanto la Escuela como el Cuerpo de Ingenieros tuvieron una existencia accidentada que se comenzó a normalizar cuando se intentó organizar la enseñanza tanto de los ingenieros de caminos como de minas y los de arquitectura.

En 1849 se creó la escuela preparatoria en la que deberían cursar dos años los aspirantes a incorporarse a las escuelas de ingenieros de caminos, de minas y de arquitectura. Con fin de adaptarse a esa nueva situación se publicó un nuevo reglamento de la escuela en 1949. En él se incluía, en el artículo 13, el contenido de las prácticas que deberían realizar los alumnos al finalizar cada curso y, en las de segundo año, ya se indicaba que se "harán pruebas sobre hormigones, morteros, betunes y sobre la resistencia de los materiales", mostrando que una parte de la docencia debería incluir la realización de ensayos sobre materiales de construcción (Anónimo 1898; "Real Decreto, de 10 de Enero de 1849, Reglamento Para La Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos" 1849).

Esta situación no duró mucho, la escuela preparatorio tuvo un recorrido breve y en 1855 fue necesario redactar un nuevo reglamento de la Escuela para adaptarse a la nueva situación que producía la desaparición de la escuela preparatoria. En el nuevo reglamento, el plan de estudios pasa a ser de seis años. En el título II del decreto, que trata de la enseñanza, se incluye el artículo 2 que detalla que

> la enseñanza de la Escuela estará formada por:
> Las lecciones orales dadas por los profesores.
> Los ejercicios gráficos y la redacción de proyectos.
> Las manipulaciones y ensayos de materiales de construcción.
> Las prácticas de nivelación y levantamiento de planos, trazados y demás trabajos de campo.
> Las visitas e inspecciones de establecimientos industriales.

Por otra parte, en el artículo 22 se detalla el contenido de las prácticas en las que indica que "…las de los tres últimos años serán de taller y de campo" y " …en las primeras …se harán pruebas sobre hormigones, morteros y betunes, y sobre la resistencia de materiales."

Para que sea posible realizar esas prácticas, la escuela deberá disponer del material que se detalla en el título VIII del reglamento y que, en el artículo 120, indica que "Para el mejor servicio de la Escuela habrá una biblioteca, un museo, una litografía, talleres para la construcción de modelos y para la práctica de las diferentes artes de construcción, y un laboratorio de experimentos." Aunque en la organización del personal no se precisa quienes tienen que estar a su cargo ("Real Decreto, de 10 de Agosto de 1855, Reglamento Para La Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos" 1855a, 1855b).

En este reglamento ya está presenta la inclusión en el plan de estudios del ensayo de materiales de construcción como un objetivo de la enseñanza y uno de los contenidos de las prácticas anuales. Además, se incluye, entre los servicios con que debe contar la escuela, de un laboratorio para ensayo de materiales.

El reglamento de la escuela se modificará para atender los cambios producidos en el reglamento del Cuerpo de Ingenieros y en 1865 se presentará uno nuevo en el que la mención a los ensayos como objeto de la enseñanza, su inclusión en las prácticas y la necesidad de contar con un laboratorio para ensayos se mantienen con una redacción similar a la del decreto anterior. En ese plan de estudios, las prácticas del tercer año tienen como objetivo, entre otros, "diferentes experiencias y ensayos sobre la resistencia de los materiales". (de Garcini Pastor 1899).

El reglamento de 1888, contenido en el Real Decreto de 26 de agosto de ese año, supone un cambio sustancial en la consideración del laboratorio de ensayo de materiales. La realización de ensayos cobra mayor importancia y se adelanta la organización necesaria para poder realizarlos.

En primer lugar, el artículo 1 detalla los objetivos de la escuela y, además de la "enseñanza completa de esta profesión", incluye como segundo objetivo el de "Verificar los reconocimientos y ensayos de materiales de construcción que ordene la Superioridad ó soliciten los particulares."

Por otra parte, en el artículo 2 se exponen los contenidos de la enseñanza y, de los seis puntos que contiene, el tercero especifica que "constituirán la enseñanza de la escuela los ensayos de análisis y resistencia de materiales de construcción". Además, el artículo 8 especifica que los "ensayos de materiales de construcción …, se verificarán por el personal afecto a este servicio" y en el titulo II, el artículo 10

detalla el material que compondrá la escuela y el punto cinco dice que "los talleres para ensayos de resistencia de materiales y prácticas de las diferentes artes de construcción." Por último, el capítulo IV en el artículo 32 indica que al frente del laboratorio de ensayo de materiales estará un ingeniero designado por el director y tendrán a su cargo el personal que sea necesario, aclarando también que el laboratorio de ensayo de materiales se regirá por un reglamento especial, sobre todo en lo que se relacione con los trabajos que se hagan a instancia y costa de los particulares, además se prevé que haya "ayudantes, sobrestantes y torreros agregados que el director pondrá a disposición de los jefes del laboratorio y las otras dependencias, museo y talleres" ("Real Decreto, de 28 de Agosto de 1888, Reglamento Para La Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos" 1888).

En ese mismo año, la Escuela especial de Ingenieros de Minas ya tenía activo un laboratorio y publican una actualización de las tarifas existentes para los "trabajos que proporcionan los ensayos y análisis que se ejecutan en el Laboratorio" con el fin de poder sufragar los gastos que producen esos trabajos. En la real orden en que se aprueban las nuevas tarifas se aclara que regirán para todos los trabajo que encarguen los particulares. Y, al año siguiente, se terminan las obras y comienza a funcionar el laboratorio José Gómez Pardo de acuerdo a lo incluido en la escritura de 1875 ("Real Orden, de 31 de Diciembre de 1888, Tarifas de Los Derechos Que Habrán de Satisfacer Los Particulares Que Soliciten Ensayos o Análisis de Sustancias Inorgánicas En El Laboratorio de La Escuela" 1889; "Escuela Especial de Ingenieros de Minas." 1889).

Para realizar los ensayos de materiales que se mencionan en las prácticas, en el edificio de la calle del Turco existía dos máquinas de ensayo desde que se instalaron en 1866 por iniciativa de Eduardo Saavedra. Según Vicente Ruiz, las máquinas de ensayo eran una prensa y un tractor de grandes dimensiones, pero de construcción tosca e imperfecta y menciona que apenas se usaban. Cuando la escuela se trasladó en 1889 al nuevo edificio de la calle Alfonso XII, las máquinas no estaban en uso y se abandonaron. De modo que, aunque en los planes de estudios se señalaba la importancia del ensayo de materiales, no había lo medios para hacerlos. Según el anuario de la escuela de 1907-1908, las máquinas instaladas en 1866 eran "dos máquinas de palanca del constructor Fairbairn" (Anuario 1908; Ruiz 1899).

Por otra parte, en 1889 se termina el nuevo edificio de la Escuela en la calle Alfonso XII y en el sótano se prevén salones para prueba de materiales (Segarra 1889).

Prácticamente, en el plazo de cincuenta años, se fueron concretando la finalidad y la organización de lo que debería ser el laboratorio de ensayo de materiales de la Escuela de Ingenieros. Por una parte, tendría un objetivo docente ya que los alumnos deberían realizar prácticas en las que se estudiase la resistencia de los materiales de construcción. Por otra parte, el laboratorio debería dar servicio a las necesidades tanto de la propia administración como de particulares relativas del conocimiento de las propiedades mecánicas de los materiales de construcción.

Además, el laboratorio debería estar a cargo de profesores y personal de la propia escuela y que sería su director, que también lo era del laboratorio, quien designase el personal que debería ocupar los diferentes puestos necesarios. El servicio prestado tanto a la administración como a particulares serviría para su financiación.

La inspección de puentes de hierro

El segundo interés en organizar un laboratorio central de ensayo de materiales en la Escuela especial de Ingenieros de Caminos está en facilitar la inspección y supervisión de los puentes de hierro y acero que estaban en servicio. En otros países ya se habían realizado operaciones de refuerzo de puentes con más de cuarenta años de servicio y esa necesidad se hacía patente en España.

Siendo Sagasta presidente del gobierno, y Moret ministro de Fomento, se aprobó una real orden en la que se establecían unas "reglas para el reconocimiento de los tramos metálicos construidos en nuestras líneas de ferrocarril, pruebas de los que se establezcan nuevamente y redacción de los proyectos en lo porvenir".

Estas reglas se aprobaron a propuesta de la Junta Consultiva de Caminos, Canales y Puertos y fue presentada por su Vocal, el Inspector general de primera clase Eduardo Saavedra (se publicaron en 28 de abril de 1893). En el informe incluido como justificación de las reglas aprobadas, además de constatar el au-

mento del peso de los trenes en los últimos años (las máquinas pasaron de ser de 30 toneladas a 48 en algunos casos), se detalla la relevancia del estudio experimental de los hierros y los aceros empleado en los puentes ya realizados y en los que se vayan a construir en el futuro. Y para poder tener un conocimiento preciso de su resistencia, es preciso contar con un número suficiente de ensayos. Par hacerlo, se toma el ejemplo Francés y se sugiere que debería establecerse un laboratorio de ensayos en la Escuela de Ingenieros.

Así, en las reglas que se aprueban para el reconocimiento de los tramos metálicos construidos en las líneas de ferrocarril, se indica, en el apartado octavo, que

> antes de emplear el material metálico en los puentes que se construyan en lo sucesivo, deberán ensayarse las muestras correspondientes en el Laboratorio, que al efecto se habrá de establecer en la Escuela especial de Ingeniemos de Caminos ("Real Orden Dictando Reglas Para El Reconocimiento de Los Tramos Metálicos Construídos En Las Líneas de Ferrocarril, Pruebas de Los Que Se Establezcan Nuevamente y Redacción de Los Proyectos En El Porvenir" 1893).

Mejora de cementos y asociación de ensayo de materiales Fernando García Arenal

El tercero de los interesados en la creación de un laboratorio central de ensayo de materiales que hemos identificado es el ingeniero Fernando García Arenal, hijo de Concepción Arenal y abuelo de otro ingeniero destacado, Federico Cantero Villamil. Una parte de su actividad se desarrolló en los puertos de Gijón primero y de Vigo después, en donde realizó numerosos ensayos en morteros identificando la necesidad de establecer una red de laboratorios en todas las provincias.

En 1880 planteó la necesidad de hacer estudios comparativos de diferentes tipos de cemento y comenzó a realizarlos, publicando los resultados en 1887 en una serie de artículos en la revista de obras públicas en los que proponía un pliego para la recepción de cementos. En el texto presenta las características que es preciso determinar en los cementos para poder conocer su calidad y describe la manera de realizar los ensayos y de fabricar las probetas. Dedica especial atención a la fabricación de las probetas que servirán para determinar la resistencia de los cementos y a la necesidad de determinar su composición química para identificar la presencia de elementos que pueden reducir la calidad de los morteros (García Arenal 1887a, 1887b, 1887c, 1887d, 1887e).

Y propone un pliego de condiciones para la recepción de cementos en el que se detallan las que deberán satisfacer para su utilización y que se refieren a las siguientes propiedades:

> Peso del cemento.
> Molido.
> Composición Química.
> Tiempo de fraguado.
> Resistencia de las pruebas de cemento puro.
> Resistencia de las pruebas de mortero.
> Grietas después del fraguado.

Finaliza reconociendo que su propuesta no representa ninguna novedad respecto a otros pliegos similares que existe en otros países, pero si es una novedad en España el hecho de que se exigiesen determinados valores de las características detalladas en el pliego, para asegurar la calidad de los morteros que se empleen. Con el fin de llevarlo a la práctica se precisaría la creación de laboratorios de ensayos de cementos, uno por provincia, con un coste aproximado de pesetas.

Por otra parte, Fernando García Arenal difundió en la Revista de Obras Públicas en 1896 la creación de la asociación internacional para el ensayo de materiales y proponía que se crease en España una asociación para el estudio de los métodos de ensayo de los materiales de construcción que agrupase a todos los interesados en los resultados de esos ensayos. Según su opinión, la repercusión de esta asociación conseguiría que se montase un gabinete completo de ensayos, por lo menos en Madrid, y los que se considerase indispensable en provincias (García Arenal 1896c, 1896d, 1896a, 1896b).

Los primeros reglamentos del laboratorio

Existía, como se ve, una necesidad, cada vez más acuciante, de crear un laboratorio para el ensayo de materiales. En ese ambiente, en 1896 se publicó, en la revista de obras públicas, la noticia de la enmienda

presentada al proyecto de ley de presupuestos por el ingeniero y diputado por Pontevedra Francisco de Federico, para que se crease un laboratorio central de ensayo de materiales de construcción. A pesar de que la propuesta no contemplaba un aumento del gasto porque se cargaba al crédito de carreteras y puertos, la enmienda no fue aceptada y la nota de la revista lamenta la situación que esta falta supone, como el hecho que califica de vergonzoso de que para comprobar las piezas metálicas del ferrocarril Calatayud–Teruel–Sagunto, se tuviesen que hacer los ensayos en el extranjero. En ese momento Aureliano Linares Rivas era el ministro de Fomento, durante el VI gobierno de Cánovas (Editorial 1896).

Ese mismo año, el director de la Escuela José Álvarez Núñez, propuso a Vicente Ruiz visitar varios centros de ensayo europeos con el fin de redactar el proyecto del futuro laboratorio. La información que obtuvo se completó con la que aportaron al año siguiente Carderera y Sonier (Ruiz 1899).

La creación del laboratorio

En mayo de 1898 Rogelio de Inchaurrandieta y Páez fue elegido director de la Escuela de Ingenieros y, el 13 de agosto de ese año, se publicó el decreto de creación de un "Laboratorio central para ensayo de materiales aplicables á las construcciones". El ministro de Fomento era Germán Gamazo Calvo en el octavo gobierno de Sagasta y en el decreto se definía el reglamento del laboratorio. El decreto se firmo el día anterior, 12 de agosto, el mismo día en que, en Cuba, se firmó el armisticio entre España y Estados Unidos.

En el segundo artículo del reglamento se declaran las intenciones del laboratorio, que será el de estudiar las propiedades mecánicas, físicas y químicas de los materiales que encarguen el Estado, las Corporaciones o los particulares. Una declaración que ya se incluía en varios de los estatutos anteriores de la Escuela de Ingenieros.

Aunque como fecha de creación del laboratorio se supone la de publicación del Real Decreto, en su artículo 10 se menciona que para la instalación del Laboratorio se reserva una cantidad de dinero (23.000 pesetas) del crédito que para este y otros fines se establecieron en los presupuestos del estado ("Real Decreto de 12 de Agosto de 1898, Creación En Madrid de Un Laboratorio Central Para Ensayo de Materiales" 1898). Pero según el Real Decreto de 28 de junio de 1897 se dispuso que durante el año económico 1897-1898 rigieran los presupuestos aprobados por ley de 30 de agosto de 1896. En algún momento anterior se debió aceptar la propuesta de De Federico para la creación del laboratorio central de ensayo de materiales y que se hiciese con cargo al artículo 2 del capitulo 24, se supone que de la sección séptima, que era la correspondiente al Ministerio de Fomento ("Real Orden, de 26 de Abril de 1898 de Proyecto de Ley de Presupuestos Generales Del Estado Para El Próximo Año Económico de 1898-99" 1898).

Según el decreto, el laboratorio estará unido a la Escuela especial de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de modo que el director del la escuela será el director del Laboratorio (este requisito se modificará en 1940 cuando se nombre director a Eduardo Torroja, cuando no lo era de la escuela). Se especifica que se designarán seis profesores de la escuela para atender el laboratorio, que se encargarán de los "talleres de preparación, los laboratorios de ensayo y de las experiencias definitivas que deban hacerse." Además se contempla el que los alumnos participarán en los ensayos, conforme determine el director, como realización de prácticas.

Por otra parte, el decreto de creación del laboratorio no significa que pudiese comenzar a funcionar ya que en el decreto se establece que en el futuro se publicarán las tarifas y otro decreto el reglamento interior. Además, se da un plazo de dos meses para que el Director de la Escuela presente un presupuesto para las máquinas necesarias y las obras de acondicionamiento necesarias en la escuela para instalar el laboratorio.

El decreto de agosto de 1898 por tanto, puede figurar como la fecha de creación del laboratorio, pero vemos que las decisiones se tomaron bastante antes y que no llegó a funcionar hasta unos meses después.

En la exposición de motivos de la creación del laboratorio se menciona que ya existen algunos laboratorios de carácter especial dedicados al estudio exclusivo de algunos cementos, hormigones, hierros y aceros, pero que no tienen las condiciones de lo que llama un laboratorio central. También menciona que en el presupuesto del estado ya está recogida la creación del laboratorio y, con el presente decreto, le dan forma a la manera de poner remedio a la deficiencia que supone la falta de un laboratorio de esas características.

Justifica que el laboratorio se cree asociado a la escuela de especial de Ingenieros de Caminos, porque muchos de sus profesores ya están realizando investigaciones relativas a la resistencia de materiales y ya han estudiado esos problemas en el extranjero. Además, menciona la exigencia reglamentaria de la escuela de emitir certificados respecto a los materiales, algo que no se ha cumplido hasta ahora por falta de medios para hacerlo.

El 3 de marzo de 1899 se publicó el reglamento de régimen interno del Laboratorio. En él se especifica el personal que lo formará, con las obligaciones que corresponden a cada uno. Además del director, en el Laboratorio habrá seis profesores, tres ingenieros egresados, dos aspirantes al cuerpo de Caminos o dos ayudantes de Obras Públicas, un habilitado, dos sobrestantes, un administrador y un ordenanza. Además, y en función de las necesidades, el personal temporal que sea necesario. El primer reglamento provisional se publicó el 17 de abril de 1899 ("Reglamento de Régimen Interno Del Laboratorio Central de Ensayo de Materiales" 1899; "Reglamento Del Laboratorio Central de Ensayo de Materiales" 1899).

Apenas una semana después se publica una nota en la Gazeta de Madrid en la que se advierte de que varios ensayos de lo que se anunciaban en el reglamento del laboratorio, no se pueden realizar por falta de la maquinaria necesaria. Se trata del análisis químico de metales, que no se puede hacer por falta del material necesario y los ensayos de flexión y tracción de metales, que únicamente se pueden hacer con una máquina de 150.000. Tampoco se puede hacer el ensayo completo de resistencia a torsión de alambres ("Laboratorio Central de Ensayo de Materiales" 1899).

En junio se publica al anuncio de que ya se pueden hacer los ensayos químicos de los metales que se incluían en el primer párrafo del anuncio del 23 de abril. Y en julio de 1899 se publica el anuncio de nuevos ensayos que se pueden realizar en el laboratorio y que se añaden a los que se indicaban en el reglamento publicado el 17 de abril del mismo año. Añade ensayos de cales hidráulicas y cementos, de arenas, de correas, de pinturas y de asfaltos ("Laboratorio Central Para El Ensayo de Materiales de Construcción" 1899a, 1899b).

En diciembre de 1899 se publica un nuevo anuncio en el que se amplía el número de ensayos que se pueden hacer incluyendo los ensayos de combustibles sólidos ("Laboratorio Central Para El Ensayo de Materiales de Construcción" 1899c).

Para incorporar la organización del laboratorio a la escuela, su reglamento se modifica en 1900 y en 1905 se aprueba el gasto para la compra de nuevos aparatos para el laboratorio por un importe de 13058.058 pesetas, aunque en la Gazeta no se especifica el tipo de máquinas que se van a adquirir ("Real Decreto Para La Escuela Especial de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos" 1900; "Real Orden Para La Adquisición de Varios Aparatos Para El Laboratorio Central" 1905).

Finalmente, en 1910, se propone un nuevo reglamento en el que el laboratorio central para ensayo de materiales se considera como uno de los servicios especiales de la escuela, en el anterior de 1900 únicamente se referían a la máquinas del laboratorio. En el nuevo reglamento se detallan, además, las obligaciones de los ingenieros afectos al servicio del laboratorio: Efectuar los ensayos que se encomienden al laboratorio; cooperar con los profesores en las lecciones prácticas que se den en el laboratorio y desempeñar las comisiones que determine el director ("Real Decreto Del Reglamento Para La Escuela Especial de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos" 1910).

Los primeros ensayos

El primer expediente que se conserva en el archivo es el número 6 y es de mayo de 1899, un año después de su formación. Se trata de un ensayo de dos clases de cemento encargado por el director de la sociedad general de Cementos Portland de Sestao. Hasta junio de 1906 se realizaron 478 ensayos de los que se han consultado los expedientes de 402. De ellos, casi la mitad son ensayos de aglomerantes, principalmente cemento, pero también cales, hormigones y yeso que suman en total 182.

Los siguientes materiales en cantidad de ensayos son las piedras y los metales, fundamentalmente hierro y acero. Y aunque hay una clase dedicada a la madera, no se realizó ningún ensayo de ese tipo.

La organización del laboratorio se modifica en junio de 1903 cuando se publica un nuevo reglamento del Laboratorio. El reglamento anterior tenía 16 artículos y en ellos se incluía, además de detalles de la

organización del personal y sus responsabilidades, la definición y precios de las cinco clases de ensayos que se podían realizar. El nuevo reglamento pasa a tener 17 artículos en los que se detalla el personal que forma el laboratorio, la clasificación de los ensayos, la manera de formalizar los encargos, el abono de los costes, la información que se entrega al peticionario y los costes de las copias de los informes. Se detallan, además, las atribuciones de cada miembro del laboratorio. Por otra parte, y fuera del articulado, se incluye una relación pormenorizada de la clase de ensayos que se realizarán con sus precios. En el nuevo reglamento las clases de ensayos pasan de cinco a diez ("Real Decreto Para La Escuela Especial de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos" 1903).

Clase	**Reglamento 1899**	**Reglamento 1903**
A	Materiales aglomerantes	Materiales aglomerantes
B	Piedras naturales	Piedras
C	Ladrillos	Arenas
D	Tejas y pizarras	Ladrillos, tejas y pizarras
E	Maderas de construcción	Maderas
F	Metales	Correas
G		Pinturas
H		Asfaltos
I		Aguas
J		Carbones
K		Metales
L		Sección de electricidad

Además del hecho de que aparecen seis tipos de ensayos nuevos, hay dos modificaciones notables. Una es la extensión que adquieren los ensayos de metales y la otra la introducción de los ensayos de la sección de electricidad, con una extensión similar a la de los aglomerantes y los metales, las dos clases de ensayo más amplias. En el primer reglamento en la clase de ensayo F, que era la de los metales se hacían los siguientes ensayos:

1. Ensayo completo a la tracción o a la compresión que incluía análisis química, ensayos micrográficos, coeficiente de elasticidad, límite de elasticidad, límite de los alargamientos elásticos, resistencia a la tracción o a la compresión, alargamiento o contracción, trabajo de la deformación.
2. Ensayo ordinario. Límite de los alargamientos elásticos, resistencia a la tracción o a la compresión, alargamiento o contracción coeficientes de trabajo.
3. Ensayo normal. Resistencia a la tracción o a la compresión.
4. Ensayo de flexión. Coeficiente de elasticidad, límite de elasticidad, límite de flechas elásticas, resistencia a la flexión.
5. Ensayo de la fundición. Resistencia a la flexión, flecha, trabajo de la deformación.

En el nuevo, la clase de ensayo K será la de los metales y tendrá doce apartados diferentes en los que se detallan los resultados que se obtendrán, las probetas necesarias y el precio. Los nuevos ensayos serán los siguientes:

1. Ensayos a la tracción: Ensayo completo, sin la determinación del coeficiente de elasticidad, ensayo completo y ensayo de alambres.
2. Ensayo a la compresión: sobre probetas cortas o largas.
3. Ensayo a la flexión.
4. Ensayo al esfuerzo cortante.
5. Ensayo a la torsión.
6. Ensayo de perforación.
7. Ensayo de choque.
8. Ensayo de plegado.
9. Ensayo de cadenas y cables.
10. Análisis química.
11. Ensayo micrográfico.
12. Pruebas fotográficas de probetas rotas.

La modificación del reglamento de 1903 tiene otra consecuencia organizativa que se refleja en la manera en la tramitación de los expedientes de los trabajos encargados al laboratorio y en la manera de presentar los resultados. Para cada clase de ensayo se crean unos impresos en los que se especifican los tipos de ensayo que se hacen, con su precio y se indica la manera en que se debe enviar el material para hacer los ensayos.

Los objetivos del laboratorio

Las tres demandas que se identificaron al principio y que confluían en la necesidad de la creación del laboratorio, se alcanzaron de manera inmediata al ponerse en funcionamiento. Por una parte, la escuela cumplía con lo declarado en sus reglamentos desde hacía medio siglo y dedicó una parte de sus profesores a la atención del laboratorio. Al mismo tiempo, los alumnos participaban doblemente del laboratorio, por una parte en las clases prácticas y, por otra, auxiliando en la realización de los ensayos encomendados al laboratorio en los casos en que los encargados lo creían necesario y como parte de su formación práctica. Además se daba cumplimiento al objetivo de la escuela que sistemáticamente aparecía en todos los reglamentos con una redacción similar y que en la de 1910 decía que uno de los objetivos de la escuela era "hacer los reconocimientos y ensayos de materiales de construcción que ordene la superioridad o soliciten los particulares".

En efecto, tanto la administración como los particulares encargaron ensayos, siendo ligeramente más importante la cantidad de ensayos encargados por particulares, casi el 60%. Como los solicitados en 1903 por la dirección de las obras de Nuestra Señora de la Almudena, en aquel momento los arquitectos eran Miguel de Olabarría y Enrique Repullés. En ellos se pedía valorar las muestras presentadas al concurso para la construcción de la iglesia, un total de nueve muestras diferentes. De tres de las muestras no se identifica el origen, pero las otras seis son de Novelda y Monóvar. Según Pedro Navascués, en la iglesia se utilizó piedra de Almorquí, que es el nombre de la cantera de situada en Monóvar, al sur de la pedanía de Casas del Señor, por lo que es muy posible que alguna de las muestras ensayadas en el laboratorio corresponden a la piedra utilizada en la construcción de la catedral (Fort et al. 2002; Navascués Palacio 1992).

Por otra parte, otro de los objetivos que se perseguían con el laboratorio era el de supervisar los puentes de hierro para el ferrocarril ya construidos y los que se realizasen en el futuro. Entre los expediente consultados se encuentra el que se solicita para comprobar el hierro que se va a emplear en los puentes de los kilómetros 4.662, 15.869 y 22951 de la línea Játiva a Alcoy, según se indica en el expediente. Se trata del expediente 113 y se indica las partes de la obra en las que se van a colocar cada una de las catorce muestras que se ensayan, cabeza de viguetas, montantes de vigas principales o para roblones. Los valores de límite elástico están entre 21.93 y 34.76. El valor de rotura está entre 43.20 y 48.83.

Otros ensayos se encargaron para estudiar el hierro empleado en la construcción de los puentes de Baul (expediente 242) o el del río Gor (expediente 243), ambos encargados por Enrique Latre. También solicitó el ensayo 421 es para el acero del viaducto del Graos del ferrocarril de Baza a Guadín en Granada, un puente metálico de 40 de luz.

Por último, la aspiración de Fernando García Arenal de crear un laboratorio en el que ensayar morteros se pudo cumplir en parte, aunque no en toda la amplitud que proponía (sugería crear uno en cada provincia). Aunque no se crearon laboratorios en todas las provincias como proponía, la mayor cantidad de ensayos que se realizaron en el laboratorio es sobre morteros con cementos de diferentes procedencias, entre ellas la Sociedad de Cementos de Sestao, la Sociedad Aragonesa de Portland artificial, Francisco Calvo y Tomás Arredondo fabricantes de cemento en la cantera del Campillo, la fabrica de cementos naturales del Urumea, Rezola, la Compañía de cementos de San Martín de Centellas, Sociedad de Cementos Tudela Veguín, cemento "Portland Cementwerke Heildelberg und Manheim", portland marca "Sol", cemento de los señores Serrat y Blanch de la Puebla de Castro, Pavin de Lafarge Marseille, compañía general de Asfaltos y Portland, cemento Oviedo y cemento marca "Las Ancoras".

Conclusión

En el texto se presentan tres objetivos que se perseguían con la creación de un laboratorio central de ensayo de materiales de construcción y que se pueden concretar en los objetivos de una institución, la Escuela especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, la necesidad identificada por la Junta Consultiva de Caminos, Canales y Puertos concretada en la propuesta que presentó Eduardo Saavedra y la promoción del conocimiento de los cementos, personalizada en la promoción por parte de Fernando García Arenal de la creación de laboratorios para su estudio.

Se muestra que se trata de un objetivo que tardó casi cincuenta años en alcanzarse y que, una vez

creado, tubo un desarrollo rápido que, en la medida que pudo hacerlo, respondió a las expectativas de, al menos, las tres iniciativas identificadas.

Agradecimientos

Este texto se ha podido realizar gracias a la colaboración de la dirección de Laboratorio Central y la iniciativa de su directora Pilar Alaejos de realizar la digitalización de los primeros 478 expedientes del laboratorio.

Lista de referencias

Anónimo. 1898. "Apuntes Históricos de La Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos." *Revista de Obras Públicas* 45 (1177): 251–55.

Anuario. 1908. "Anuario de La Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos."

de Garcini Pastor, Vicente. 1899. "Reseña Histórica de La Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos." *Revista de Obras Públicas* 46 (1267): 14–51.

Editorial. 1896. "Laboratorio de Ensayo de Materiales." *Revista de Obras Públicas* 43-II (5): 99.

"Escuela Especial de Ingenieros de Minas." 1889. *Gazeta de Madrid*. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1889/158/A00731-00731.pdf.

Fort, R., A. Bernabeu, M. A. García del Cura, M. C. López de Azcona, S. Ordóñez, and F. Mingarro. 2002. "Novelda Stone: Widely Used Within the Spanish Architectural Heritage." *Materiales de Construcción* 52 (266): 19–32. https://doi.org/10.3989/mc.2002.v52.i266.332.

García Arenal, Fernando. 1887a. "Condiciones Que Deben Exigirse Para La Recepción de Los Cementos." *Revista de Obras Públicas* 35 (14): 241–50. https://quickclick.es/rop/pdf/publico/1887/1887_tomoV_14_01.pdf.

—. 1887b. "Condiciones Que Deben Exigirse Para La Recepción de Los Cementos." *Revista de Obras Públicas* 35 (15): 257–65. https://quickclick.es/rop/pdf/publico/1887/1887_tomoV_15_01.pdf.

—. 1887c. "Condiciones Que Deben Exigirse Para La Recepción de Los Cementos." *Revista de Obras Públicas* 35 (16): 281–88. https://quickclick.es/rop/pdf/publico/1887/1887_tomoV_16_02.pdf.

—. 1887d. "Condiciones Que Deben Exigirse Para La Recepción de Los Cementos." *Revista de Obras Públicas* 35 (17): 293–304. https://quickclick.es/rop/pdf/publico/1887/1887_tomoV_17_02.pdf.

—. 1887e. "Condiciones Que Deben Exigirse Para La Recepción de Los Cementos." *Revista de Obras Públicas* 35 (18): 293–304. https://quickclick.es/rop/pdf/publico/1887/1887_tomoV_18_02.pdf.

—. 1896a. "Asociación Internacional Para El Ensayo de Los Materiales." *Revista de Obras Públicas* 43-II (5): 98–99. https://quickclick.es/rop/pdf/publico/1896/1896_tomoII_5_03.pdf.

—. 1896b. "Asociación Internacional Para El Ensayo de Los Materiales." *Revista de Obras Públicas* 43-II (8): 163–65. https://quickclick.es/rop/pdf/publico/1896/1896_tomoII_8_03.pdf.

—. 1896c. "Asociación Internacional Para El Ensayo de Los Materiales de Construcción." *Revista de Obras Públicas* 43-I (19): 251–53.

—. 1896d. "Asociación Internacional Para El Ensayo de Los Materiales de Construcción." *Revista de Obras Públicas* 43-I (20): 272. https://quickclick.es/rop/pdf/publico/1896/1896_tomoI_20_03.pdf.

"Laboratorio Central de Ensayo de Materiales." 1899. *Gazeta de Madrid*. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1899/113/A00269-00269.pdf.

"Laboratorio Central Para El Ensayo de Materiales de Construcción." 1899a. *Gazeta de Madrid*. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1899/173/A01078-01078.pdf.

—. 1899b. *Gazeta de Madrid*. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1899/199/A00230-00230.pdf.

—. 1899c. *Gazeta de Madrid*. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1899/359/A00989-00989.pdf.

Navascués Palacio, Pedro. 1992. "La Catedral de Santa María de La Almudena de Madrid." In *Las Propuestas Para Un Madrid Soñado: De Texeira a Castro*, 167–75. Madrid. https://oa.upm.es/9595/.

"Real Decreto, de 10 de Agosto de 1855, Reglamento Para La Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos." 1855a. *Gazeta de Madrid*. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1855/956/A00001-00001.pdf.

—. 1855b. *Gazeta de Madrid*. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1855/957/A00001-00002.pdf.

"Real Decreto, de 10 de Enero de 1849, Reglamento Para La Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos." 1849. *Gazeta de Madrid*. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1849/5236/A00001-00003.pdf.

"Real Decreto de 12 de Agosto de 1898, Creación En Madrid de Un Laboratorio Central Para Ensayo de Materiales." 1898. *Gazeta de Madrid*. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1898/225/A00697-00698.pdf.pdf.

"Real Decreto, de 28 de Agosto de 1888, Reglamento Para La Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos." 1888. *Gazeta de Madrid*. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1888/242/A00609-00611.pdf.

"Real Decreto Del Reglamento Para La Escuela Especial de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos." 1910. *Gazeta de Madrid*. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1910/051/A00370-00375.pdf.

"Real Decreto Para La Escuela Especial de Ingenieros de

Caminos Canales y Puertos." 1900. *Gazeta de Madrid*. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1900/234/A00731-00736.pdf.

—. 1903. *Gazeta de Madrid*. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1903/157/A00889-00892.pdf.

"Real Orden, de 26 de Abril de 1898 de Proyecto de Ley de Presupuestos Generales Del Estado Para El Próximo Año Económico de 1898-99." 1898. *Gazeta de Madrid*. https://www.boe.es/gazeta/dias/1898/04/27/pdfs/GMD-1898-117.pdf.

"Real Orden, de 31 de Diciembre de 1888, Tarifas de Los Derechos Que Habrán de Satisfacer Los Particulares Que Soliciten Ensayos o Análisis de Sustancias Inorgánicas En El Laboratorio de La Escuela." 1889. *Gazeta de Madrid*. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1889/009/A00078-00078.pdf.

"Real Orden Dictando Reglas Para El Reconocimiento de Los Tramos Metálicos Construídos En Las Líneas de Ferrocarril, Pruebas de Los Que Se Establezcan Nuevamente y Redacción de Los Proyectos En El Porvenir." 1893. *Gazaeta de Madrid*. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1893/118/A00423-00424.pdf.

"Real Orden Para La Adquisición de Varios Aparatos Para El Laboratorio Central." 1905. *Gazeta de Madrid*. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1905/298/A00318-00318.pdf.

"Reglamento de Régimen Interno Del Laboratorio Central de Ensayo de Materiales." 1899. *Gazeta de Madrid*. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1899/062/A00821-00821.pdf.pdf.

"Reglamento Del Laboratorio Central de Ensayo de Materiales." 1899. *Gazeta de Madrid*. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1899/107/A00186-00187.pdf.

Ruiz, Vicente. 1899. "Laboratorio Central Para Ensayo de Materiales de Construcción." *Revista de Obras Públicas* 46 (1267): 52–53. https://quickclick.es/rop/pdf/publico/1899/1899_junio_1267_05.pdf.

Segarra, Enrique Repullés. 1889. "Nueva Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos." *Revista de Obras Públicas* 37 (5): 78–80.

Cimentaciones en la colonia temprana. Colonización productiva andina y las transiciones técnicas en Colombia

Gustavo Adolfo Arteaga Botero

Las cimentaciones en la colonia temprana, dentro del contexto de la colonización productiva andina de Terra Firme desde el siglo XV, evidencia un proceso técnico y constructivo complejo. Este proceso refleja la integración de saberes locales con tecnologías introducidas en el marco de un macroproceso cultural. El escenario muestra cómo la geografía condicionó la ejecución estructural. Asimismo, la materialidad reflejó una hibridación técnica, proporcionando un marco para el estudio de diversas transiciones. El paisaje productivo andino, con su diversidad geológica, topográfica y sísmica, configuró de manera singular las soluciones constructivas. Las cimentaciones se adaptaron a estas condiciones, evidenciando el desarrollo de un conocimiento constructivo único. En las regiones donde la madera era el recurso predominante, los procesos resaltaron la especificidad de las adaptaciones, otorgando una relevancia especial a las cimentaciones como elementos clave. Lejos de ser un componente meramente técnico, las cimentaciones trascienden su función práctica. Desde su diseño y ejecución, se convierten en referencias tangibles del intercambio cultural y del ingenio técnico de la época. Estas estructuras encapsulan la evidencia de una transición que permitió nuevas formas de habitar, fusionando conocimientos ancestrales y tecnologías europeas. El análisis de estas cimentaciones ofrece una ventana única para comprender las dinámicas de transformación cultural y técnica en el contexto colonial temprano. Al mismo tiempo, subraya el papel esencial de la arquitectura como reflejo del encuentro entre mundos distintos, donde cada solución constructiva responde a un diálogo entre la adaptación al entorno y las demandas de una nueva sociedad.

Marco histórico para la aproximación metodológica

La colonización productiva andina de Terra Firme, iniciada a partir de 1492, se configuró como un proceso acelerado por la globalización temprana (Hausberger, 2019), donde la explotación minera del oro actuó como el motor principal en los procesos culturales. En la cuenca media y sur del río Cauca, región señalada en la figura 1, la penetración andina (1536-1560) (Arteaga Botero, 2021) fue impulsada por actores como Sebastián de Belalcázar que, respondiendo a la necesidad de controlar los recursos auríferos, fundando villas de frontera, como Cartago (1540) y Cali (1536), tenía como objetivo asegurar las rutas y los perímetros extractivos. Sin embargo, las resistencias indígenas y la crisis demográfica nativa derivada de enfermedades y conflictos de la colonia, obligaron a traer y esclavizar nueva mano de obra, siendo la africana, mediante la Trata atlántica (Klein, 2010), legalizada por la Corona española, la que emerge como macro fenómeno asociado a las dinámicas productivas de lo global temprano en la región minera andina de Colombia.

Gustavo Adolfo Arteaga Botero – Universidad de San Buenaventura Cali, Colombia

Se movilizaron miles de africanos a regiones particulares en los territorios mineros, los actuales departamentos de: Caldas, Antioquia, Risaralda, Valle del Cauca y Cauca, surgen como escenarios de la transformación social, basadas en las rutinas ya combinadas de nuevas comunidades productivas. Conformadas por diversas tradiciones culturales y saberes, las técnicas mezcladas lograron adaptar los entornos rápidamente y en la región alta andina, especialmente la cuenca media del río Cauca (ver figuras 1 y 2), el espacio cultural de un nuevo artesanado fue fundamental para el poblamiento. En esta perspectiva se observa el proceso como una resultante de las actividades productivas, hipótesis que da origen a este estudio.

Los procesos originados en las regiones productivas andinas aceleraron los desarrollos técnicos, y las adaptaciones, transiciones y transferencias -técnicas-, por estar vinculada a un macro dinamizador global, la producción de oro indujo una revolución desde diferentes dimensiones de estudio. Lo social, cultural, lo económico y tecnológico son aristas de esta revolución cultural, por lo tanto, la creación de los nuevos hábitats productivos constituye la novedad técnica, hipótesis complementaria del análisis.

Las regiones técnicas y el contexto de innovación constructiva

La movilización global, con la minería como el eje productivo, posicionan las ideas de una mano de obra en contextos ambientales como campo de inte-

Figura 1. Terra Firma et Novum Regnum Granatense et Popayán. 1657 (Sanson, 1657)

rés. Este es determinante para comprender las formas técnicas desarrolladas y las dinámicas económicas generando los procesos técnicos. Dicho campo es una referencia que soporta las hipótesis de estudio: 1) un artesanado fundamental para el poblamiento y 2) la creación de los nuevos hábitats productivos son la novedad técnica. La visualización de esta interacción permite la comprensión de las evidencias desde la arista técnica lo que decanta en la definición de los contextos técnicos, los cuales vistos en las regiones coloca el matiz sobre las influencias dadas por las tradiciones culturales. Las condiciones que posibilitaron el habitar para potenciar y acelerar las actividades productivas mineras desde la suma de conocimientos se convierten en un factor para el desarrollo de las hipótesis (Arteaga Botero, 2025b).

Las regiones productivas A, B y C señaladas en la figura 2, se observan como espacialidades de comunidades productivas en la colonia temprana. Estas generan la idea de unas cartografías de hábitats técnicos, las cuales sugieren el marco de la producción de unas arquitecturas determinadas para esa producción. Resultado de las lógicas económicas de lo global temprano, asociadas directamente a las necesidades y características de los territorios, se detecta una singularidad de análisis (Arteaga Botero, 2017, 2019, 2022). La singularidad señala en tres regiones productivas mineras los hábitats técnicos que, compartiendo realidades: sociales, culturales y económicas, establecen los contextos de lo colonial temprano y en ellos las condiciones geográficas y ambientales, al particularizar los procesos dados, son los matices que definen atributos en los resultados técnicos, los cuales se asocian en las ideas de arquitecturas productivas.

Figura 2 Mapa de calor con la información de regiones mineras. (Elaboración propia usando Google maps 2019)

En la región B de la figura 2, en el centro andino minero y cuenca media del río Cauca, emerge un escenario importante en los procesos de adaptación técnica, y las comunidades negras africanas son los actores determinantes (Arteaga Botero, 2022). Consideradas arquitecturas vernáculas, el contexto ambiental permite observar el desarrollo de elementos dado por una transferencia técnica, las arquitecturas caribeñas y creole son parte de las referencias (Arteaga Botero, 2025a), sin embargo, en esta región las condiciones estructurales, asociadas al uso de la *guadua*, que hacen de las realidades sísmicas de esta geografía un aspecto determinante (Arteaga Botero, 2024), emergen como un cambio.

Visto en la figura 3 con los alzados de estructuras realizadas en madera y/o *guadua* en topografías con inclinación pronunciada y la posibilidad de altura, se muestra gráficamente la manera en que los pisos bajos, o en proximidad al suelo, fueron desarrollados para estar apoyados y el uso de elementos de soporte para las columnas de madera o *guadua*, -dados- no llega a modificar sustancialmente las características del suelo. Este conjunto de cimiento -C1- evita que la columna se hinque por el peso de la estructura, siendo un aspecto relevante en la medida que la estructura se proyectan para la altura.

En el caso de la estructura 1, bajo la lógica de un bajo peso, se puede observar la interacción de los elementos para resolver un solo piso y la cubierta. Cuando se considera el caso 2 que, suma altura de con un piso, y su cubierta, el conjunto de cimiento -C2- se modifica y las dimensiones de los elementos varían robusteciendo la capacidad de respuesta de la estructura al mayor peso, pero en este punto la altura coloca un reto en el contexto sísmico de la región B y la configuración de las partes de la estructura inicia un desarrollo (Arteaga Botero, 2024).

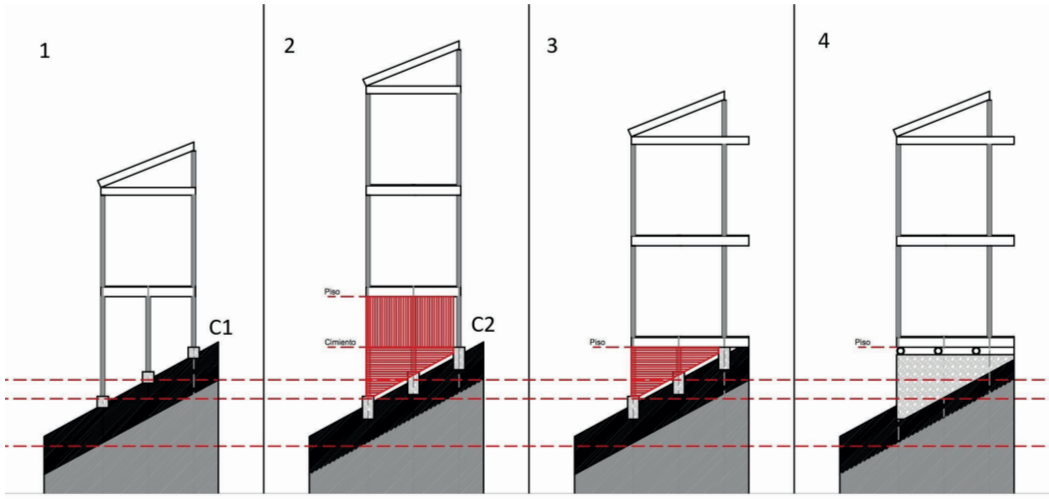


Figura 3. Alzados de estructuras para el escenario B. (Elaboración propia 2021)

La cimentación como un conjunto constructivo

Visto en detalle en la figura 4, la aparición de los elementos diagonales para reforzar las aristas en los conjuntos es un primer aspecto que se puede considerar como respuesta técnica constructiva asociada al contexto ambiental de la región B. La presencia de este tipo de reforzamiento en las arquitecturas vernáculas actuales sugiere el uso exitoso, como se observa en las viviendas campesinas estudiadas (Robledo & Flórez, 2016). Sin embargo, el uso de la diagonal asociada al desarrollo de un sistema de cimentación no es abordado. Una cimentación que permita el confinamiento considerando el suelo variable que la topografía genera es la determinante para el desarrollo del conjunto. En la noción de reforzar, teniendo en cuenta la demanda dinámica de las estructuras en momentos de evento sísmico, esta modificación es un matiz importante de análisis.

El plano de cimentación señalado, desde las posibilidades constructivas en la figura 3, emerge como el punto de consideraciones. Si la estabilidad estructural del edificio se coloca en el eje del análisis, el suelo y los elementos usados para soportar la estructura, entre el suelo y la plataforma del piso, son las referencias para el estudio de este conjunto. Visto en la figura 4 que amplía el detalle no solo se observan las interacciones necesarias para lograr el funcionamiento constructivo, también se observa que la inclinación topográfica incide, hace que la altura, en función de los pisos, sea relativa. Los edificios de un piso con una demanda de inclinación pronunciada pueden llegar a tener alturas considerables iguales o superiores al ser comparadas con edificios de más pisos, pero apoyados en suelos de menor inclinación.

La altura del espacio entre el suelo y la plataforma de piso (figura 3, en color rojo), permite comprender que, aunque el tamaño del apoyo en suelo puede aumentar para soportar el peso (el concepto del dado señalado en figura 4), se llega a una proporción y geometría en que la altura produce debilidad en el conjunto de cimiento. Las columnas, debido a su esbeltez, pierden resistencia y ante las demandas dinámicas sísmicas incrementan la debilidad.

El conjunto de cimentación en el sistema constructivo.

En el estudio de los sistemas estructurales coloniales en madera en la región andina (Arteaga Botero, 2017), la descripción de este detalle del conjunto de

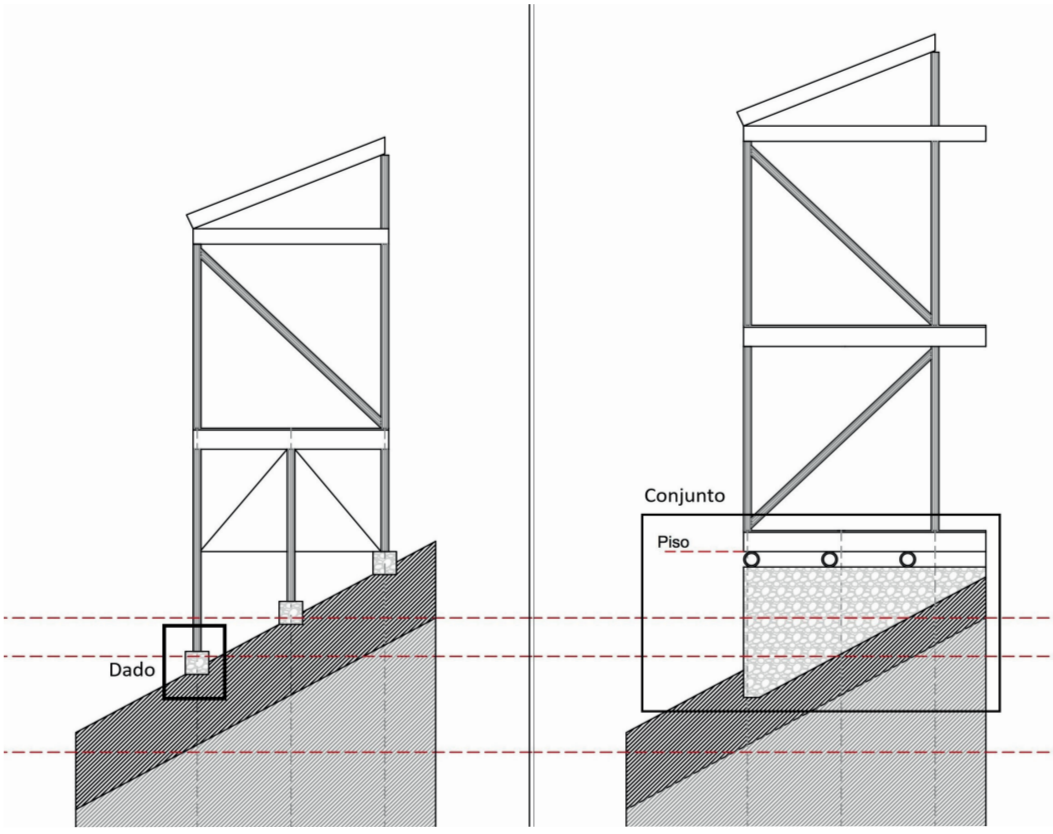


Figura 4 Detalle en alzados de estructuras para el escenario B. (Elaboración propia 2021)

cimentación en estructuras livianas representa un hallazgo. Uno que permite abordar la resistencia de las estructuras construidas desde otro tipo de reforzamiento o de la producción de otras partes para el conjunto de cimentación. Un tipo de sobresuelo preparado para las cargas y lograr la transición estructural para el desarrollo en altura es el objetivo de esta parte. Se puede describir teóricamente como el llenado del espacio libre entre el suelo y la plataforma de piso, lo que visto en la figura 4 y denominado conjunto, es la evidencia del desarrollo dado para lograr la estabilidad y resistencia en las estructuras livianas en madera y guadua bajo el contexto ambiental especial de la región B en la figura 2.

La figura 4, haciendo referencia al detalle, muestra el paso entre el concepto de *soportar* las columnas y acompañar la trasferencia de la carga al suelo, a un conjunto de elementos desarrollados para la transición de las cargas sin ser puntuales. Una geometría de plataforma de soporte cambia las determinantes constructivas y nuevos elementos son utilizados para lograr su funcionamiento.

Luego del llenado del espacio bajo la plataforma de piso, con un material confinado que puede ser: tierra (tapial), adobes o piedras (ver figura 5), se logra una geometría estabilizada para posicionar un entramado de piso. Compuesto de dos sentidos y en capas, las maderas configuran el plano de piso del edificio. Las vigas de este piso están apoyadas en la segunda capa de vigas dispuestas a 90 grados. En estructuras existentes se pueden observar diferentes tipos de uniones entre las vigas, se usan cuerdas, o ele-

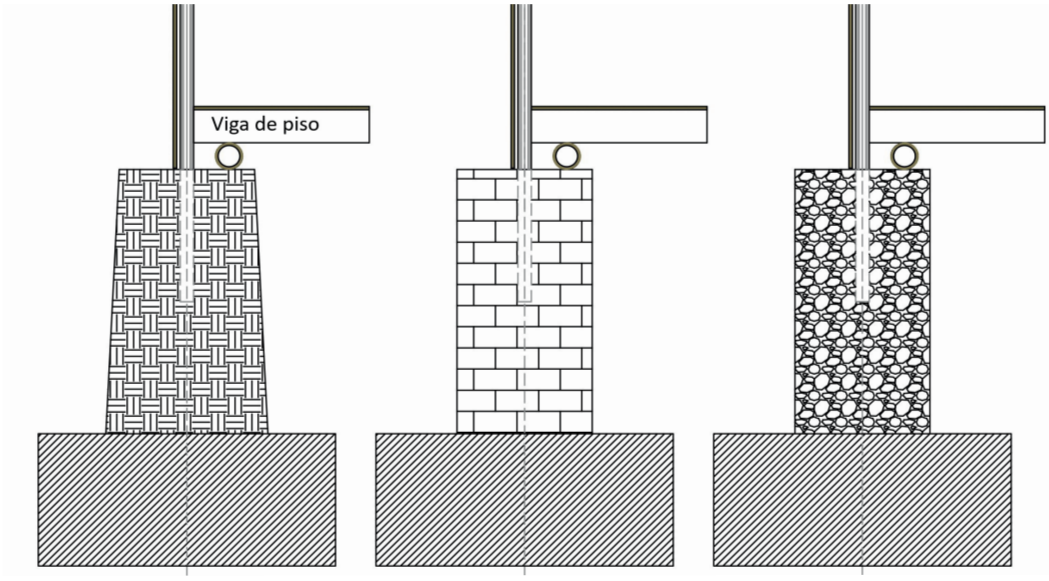


Figura 5. Detalle en alzados de conjunto de cimiento. (Elaboración propia 2021)

mentos metálicos hasta llegar a clavos y tornillos, lo que supone un detalle importante al considerar la estabilidad. (ver figura 6).

Se observa también que el primer plano de vigas separa el piso generando una cámara de aire, lo que, visto en estructuras existentes, es una dilatación que protege los elementos de piso de factores ambientales negativos como la humedad o el desarrollo de hongos. En la interacción entre capas de piso se logra observar el paso a uso de maderas macizas, el aplastamiento cuando se usa guadua, es una patología observada en las estructuras existentes. En la capa de vigas superiores, la que conforma el piso del edificio, se observa el uso de maderas macizas con geometrías elaboradas y la ortogonalidad, sumando estabilidad se observa. Cuando los eventos sísmicos son considerados, esta característica constructiva para el conjunto coloca una referencia importante. Sugiere además el desarrollo y uso de herramientas especializadas y del uso de machetes de corte, para las cañas y guaduas, se pasa al uso de sierras para el trabajo de maderas macizas. La mano de obra acompaña esta especialización, y el concepto de un artesanado calificado emerge en las referencias constructivas hechas para este conjunto de cimentación. Sumado a la búsqueda y ensayos con maderas nativas de los contextos ambientales de la región montañosa andina, se establecen los puntos básicos para considerar la novedad técnica y constructiva, una asociada a edificios y arquitecturas productivas.

Conclusiones

El detalle de la figura 5 genera referencias respecto a la interacción entre otros conjuntos constructivos del edificio. En el caso de la fachada, asociada a las formas constructivas de los *bahareques* (Muñoz Robledo, 2012; Velásquez Barrero, 2011), las columnas embebidas en partes del conjunto de cimentación (ver figura 6), muestra que la estructura, parte fundamental de la fachada, hace una transición y transfiere las cargas del cerramiento, y parte de la cubierta, al suelo. Estas columnas de fachada, en las estructuras existentes suelen ser de guadua, aunque en madera maciza se encuentra cuando la guadua es de difícil obtención. Como aspecto a considerar se observa un alto grado de conservación de las maderas embebidas en estos zócalos de cimentación, nombre posible cuando quedan expuestos. Alejado de la humedad, el material constructivo utilizado o sus capas de terminación, cales o cementicios, logran producir otra funcionalidad.

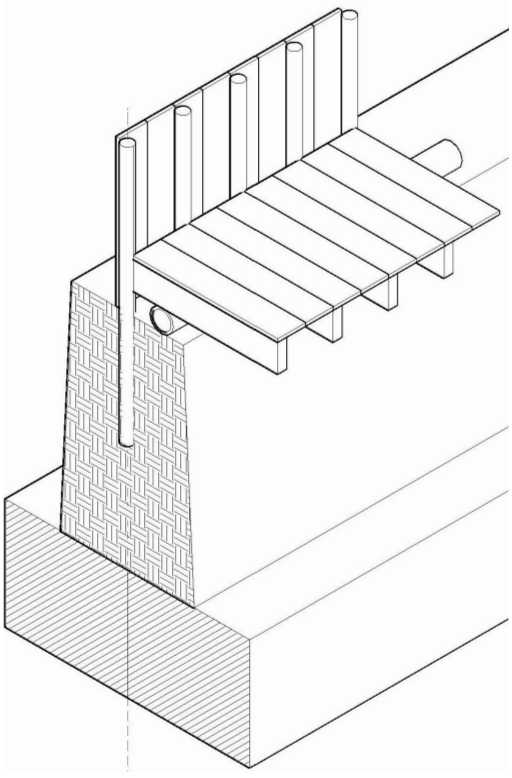


Figura 6. Detalle en isometría de conjunto de cimiento con elementos adicionales del sistema constructivo. (Elaboración propia 2026)

El conjunto de fachada, vinculado con el de cimentación (ver figura 7), se observa funcionando como una membrana de cierre y en este sentido lo liviano de los *bahareques*, representa una combinación adecuada cuando los aleros y los zócalos de cimentación complementan el sistema. Bajo estos parámetros las condiciones climáticas de la región B, en cuanto pluviosidad, humedad y radiación solar encuentran una respuesta y se integran con los elementos mencionados a los conjuntos de los edificios de madera, desde este supuesto las arquitecturas de la colonia temprana son formas constructivas especiales que dieron origen a muchos de los desarrollos técnicos que se pueden apreciar hasta la actualidad en las arquitecturas vernáculas, campesinas o tradicionales (Robledo & Flórez, 2016; Saldarriaga Roa, 2016).

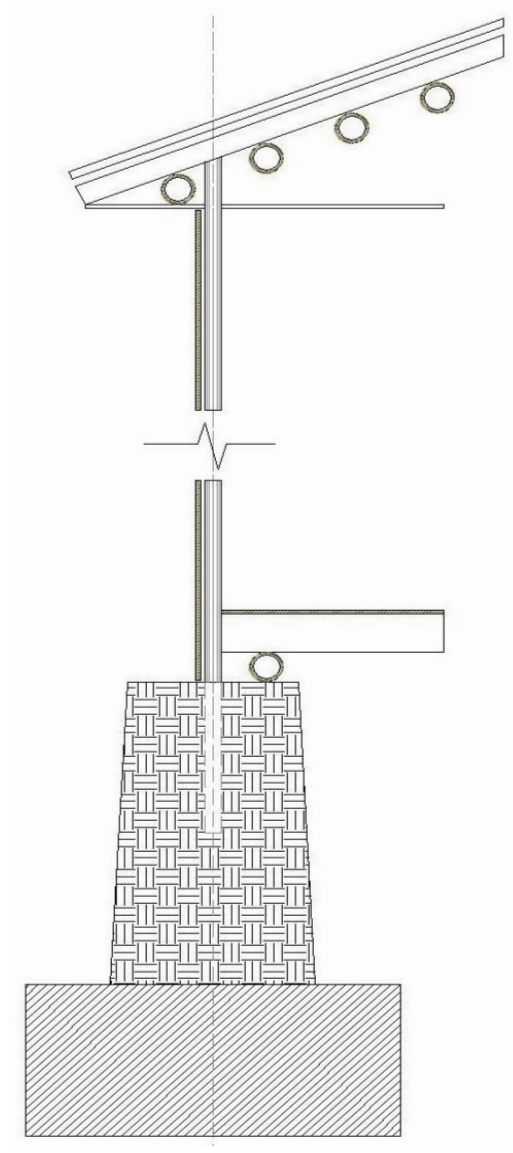


Figura 7. Detalle de conjunto de cimiento, fachada y cubierta. (Elaboración propia 2026)

Lista de referencias

Arteaga Botero, G. A. 2017. Antecedentes constructivos de las estructuras en madera, realizadas entre los siglos XVI y XVIII, en la zona centro de Colombia. Revisión a las arquitecturas vernáculas y desarrollos constructivos influen-

ciados por tradiciones europeas de los siglos XIII. En: *Actas del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, Vol. 1: 47. http://www.sedhc.es/biblioteca/actas/Arteaga.pdf

Arteaga Botero, G. A. 2019. Contraste de los contextos históricos y algunas características constructivas de dos estructuras de puentes en madera construidos antes del siglo XVIII en la zona centro de Colombia. En: *Actas del Undécimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Madrid: Instituto Juan de Herrera: 81–92.

Arteaga Botero, G. A. 2021. Los otros territorios de las colonizaciones no europeas en la perspectiva de los estudios de Jacques Aprile. En: *Intersecciones en torno al pensamiento de Jacques Aprile-Gniset*. https://doi.org/https://doi.org/10.18046/EUI/ee.9.2021

Arteaga Botero, G. A. (2022). *La influencia de los pobladores africanos en las comunidades mineras localizadas en la cuenca media y sur del río Cauca: el poblamiento como un escenario de intercambio cultural iniciado en la colonia*. http://hdl.handle.net/10893/21737

Arteaga Botero, G. A. (2024). Arquitecturas vernáculas, la actividad sísmica como parámetro de diseño de estructuras de madera en el siglo XVII. En: *Actas del Décimo Tercer Congreso Nacional y Quinto Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción Santo Domingo, República Dominicana*. Santo Domingo: PCUMM, UNPHU, SEdHC: 37–48. https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/5610

Arteaga Botero, G. A. (2025a). La arquitectura vernácula como un objeto técnico en los procesos de poblamiento cimarrón. *Anales de Investigación En Arquitectura*, *15*(2). https://doi.org/10.18861/ania.2025.15.2.4162

Arteaga Botero, G. A. (2025b). *Procesos de poblamiento en la colonia temprana americana.* https://doi.org/10.4995/SIIU2025.2025.19855

Hausberger, B. (2019). Historia mínima de la globalización temprana. En: *La globalización temprana Historia mínima de la globalización temprana* (Centro de, p. 264).

Klein, H. S. (2010). The Atlantic slave trade, second edition. En: *The Atlantic Slave Trade, Second Edition*. Cambridge: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511779473

Muñoz Robledo, J. F. (2012). *Sistemas constructivos - arquitecturas de baja altura en Manizales*. Universidad Nacional de Colombia.

Robledo, J., & Flórez, G. (2016). *La arquitectura campesina del bahareque en Caldas*.

Saldarriaga Roa, A. (2016). *Hábitat y arquitectura en Colombia: modos de habitar desde el prehispánico hasta el siglo XIX*. https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2007.12.011

Sanson, N. (1657). *Terre Ferme, Nouveau Royme de Grenade, & c. - David Rumsey Historical Map Collection*. Terre Ferme, Nouveau Royme de Grenade, & c.

Velásquez Barrero, L. S. (2011). Cultura Arquitectónica del Bahareque en Colombia. *II Jornadas Low Tech*, 34.

Elementos latericios singulares pertenecientes a la bóveda del *apodytherium* del complejo termal monumental de la ciudad hispanorromana de Valeria (Cuenca)

Javier Atienza Fuente

En el año 2014, con motivo de un control arqueológico en el entorno del yacimiento hispoanorromano de Valeria, se exhumaron los primeros restos de un edificio de grandes dimensiones. Durante los años posteriores, especialmente desde 2017 a 2021, se llevaron a cabo una serie de excavaciones intensivas en este enclave que sacaron a la luz los vestigios de un edificio termal monumental, de carácter público, que estuvo en uso desde el último tercio del siglo I d.C. hasta, al menos, finales de la segunda mitad del siglo IV d.C[1]. El edificio mantuvo su funcionalidad termal durante todo el periodo en que estuvo activo y, aunque se han detectado ciertas reformas y reparaciones tanto en su estructura como en su aparato decorativo, éstas no alteraron ni si configuración ni su estructura original.

Este edificio, que se ubicaba a media ladera en una pendiente muy pronunciada de un promontorio rocoso, no sufrió los efectos del saqueo y expolio de sus elementos constructivos tras su abandono, como sí sucede en otras zonas de la ciudad, y tan sólo fue frecuentado ocasionalmente para rapiñar los elementos metálicos que formaban parte de los sistemas de sujeción de las piezas marmóreas que formaban parte de la decoración parietal de sus ambientes.

Esta circunstancia ha permitido conservar alzados murarios que superan los 4 metros de altura, así como también recuperar buena parte de la decoración marmórea y musiva que ornamentaba los paramentos internos del *frigidarium*, haciendo posible la recreación parcial del aspecto original que pudo tener el edificio durante su última etapa de uso (Atienza 2019, 116-131).

El edificio se articula en distintos ambientes que adoptan una disposición lineal en sentido norte-sur. En el flanco más oriental estaría situada una palestra porticada, de la que se han excavado parte de los corredores norte y este. Desde la palestra se accedía directamente al *frigidarium*, conformado por tres estancias que se disponen en sentido este-oeste: en la parte central se sitúa el *vestibulum*, un amplio espacio de planta cuadrada pavimentado con grandes losas de mármoles blancos; en el flanco oriental se abre un espacio rectangular, al que se accede desde el *vestibulum* mediante tres tramos de escaleras, el central mayor que los laterales, compuestos de tres peldaños y separados entre sí por dos pilares centrales construidos con sillería y que se ha interpretado como *apodytherium* o vestuario; finalmente, el flanco occidental estuvo ocupado por una piscina de agua fría, también revestida con mármoles blancos.

Desde el *vestibulum*, a través de un vano abierto en el muro septentrional, se accedía a un espacio de planta rectangular que contaba con sistema de *hipocaustum* y *concamerationes* y que se ha interpretado como un *tepidarium* o sala templada. Desde esta última estancia, hacia el norte, se podía acceder a un ambiente absidiado que se ha interpretado como un *caldarium* (Figura 1).

Javier Atienza Fuente. – Universidad Rovira i Virgili

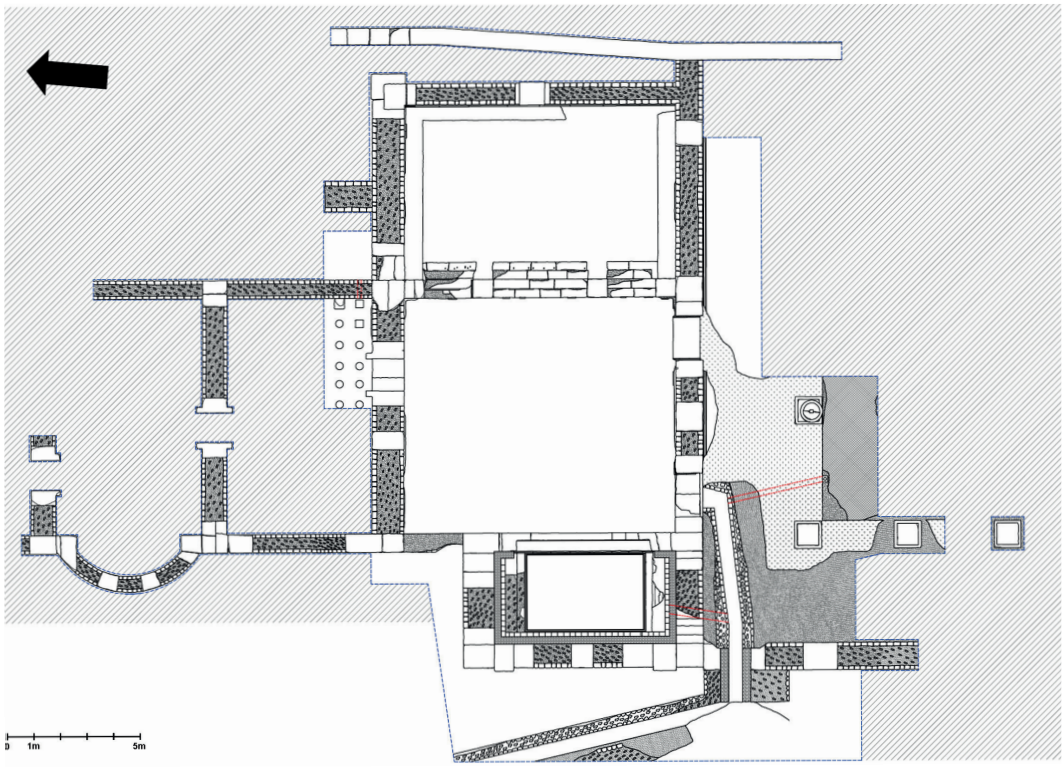


Figura 1. Plano general de complejo termal monumental de Valeria con la totalidad de las estructuras excavadas hasta la actualidad. Planimetría elaborada por el autor

El edificio, una vez abandonado y despojado de los elementos de cubierta que lo protegían de las inclemencias meteorológicas, debió sufrir un lento, progresivo y prolongado proceso de deterioro que finalizaría con el colapso de las estructuras y con la consiguiente cubrición de éstas por parte de sucesivos estratos aluvionales que borraron de la superficie cualquier indicio de la existencia de esta construcción durante siglos.

El sistema de cubierta del *apodytherium*

El complejo termal debió contar con diferentes estancias con distinta funcionalidad, pero solo las que conforman el *frigidarium* han sido excavadas en su totalidad. En el resto de los ambientes se han practicado sondeos de diferente extensión que han verificado un excelente estado de conservación de sus estructuras.

El *frigidarium*, como se ha apuntado en las líneas precedentes, estaba formado por una piscina en el extremo occidental, un *vestibulum* o distribuidor en la parte central y un *apodytherium* o vestuario que se situaba el extremo occidental.

De todas estas estancias es el *apodytherium* es que presenta un mejor grado de conservación[2], quizás debido al hecho de que parte de sus estructuras fueron excavadas en la roca geológica subyacente. Se trata de una estancia de planta de planta rectangular que presenta una longitud de 10,10 metros y una anchura de 6,9 metros. Este ambiente estuvo profusamente decorado, contando con un complejo programa de revestimiento parietal en la que se utilizaron mármoles blancos y polícromos, procedentes de distintas canteras del arco mediterráneo y de Asia Menor, que for-

Figura 2. Vista aérea cenital del *apodytherium* tras la finalización completa de su excavación en 2021. (Fotografía del autor)

maban grandes paneles centrales flanqueados por lesenas acanaladas y todo ello coronado por una línea de cornisas molduradas. El revestimiento marmóreo alcanzaba los 1,8 metros de altura y la decoración parietal de esta estancia se completaba con un mosaico polícromo que debió llegar hasta el arranque de la bóveda. La decoración del *apodytherium* se completaba con un pavimento musivo de temática principalmente geométrica y con una rica y variada gama cromática utilizada en su composición[3] (Figura 2).

Además de los fragmentos de placas, lesenas, cornisas y otras piezas molduradas que conformaron la decoración interna de este ambiente, la excavación de esta estancia permitió la recuperación de centenares de elementos cerámicos que, durante la época de uso y funcionamiento del establecimiento termal, debieron de constituir parte de su sistema de cubierta.

Estos elementos cerámicos se pueden clasificar en tres tipos diferentes: ladrillos planos largos, ladrillos planos cortos y ladrillos-dovela. Todos ellos presentan digitaciones en sus superficies anteriores y posteriores practicadas por el alfarero antes de la cocción, cuando la pasta aún estaba fresca. Las digitaciones de los ladrillos planos presentan un aspecto sinuoso a lo largo de la parte central, mientras que, en el caso de los ladrillos-dovela, éstas parten de los ángulos en dirección convergente hacia el punto central. Algunos de estos elementos latericios se han recuperado íntegros, por lo que ha sido posible documentar sus dimensiones originales: los ladrillos planos largos presentan una longitud total de 60 centímetros, una anchura total de 25 centímetros y un grosor total de 3 centímetros; los ladrillos planos cortos son en todo idénticos a los ladrillos largo, excepto en su longitud, que alcanza una cifra total de 45 centímetros[4].

Los ladrillos dovela

Este tipo de piezas son los elementos de cubierta más numerosos recuperados en el *apodytherium* durante la intervención arqueológica. A pesar de haberse des-

Figura 3. Vista de una de las cadenas de ladrillos-dovela durante su proceso de excavación. Se puede advertir cómo los elementos mantienen su conexión estructural. (Fotografías del autor)

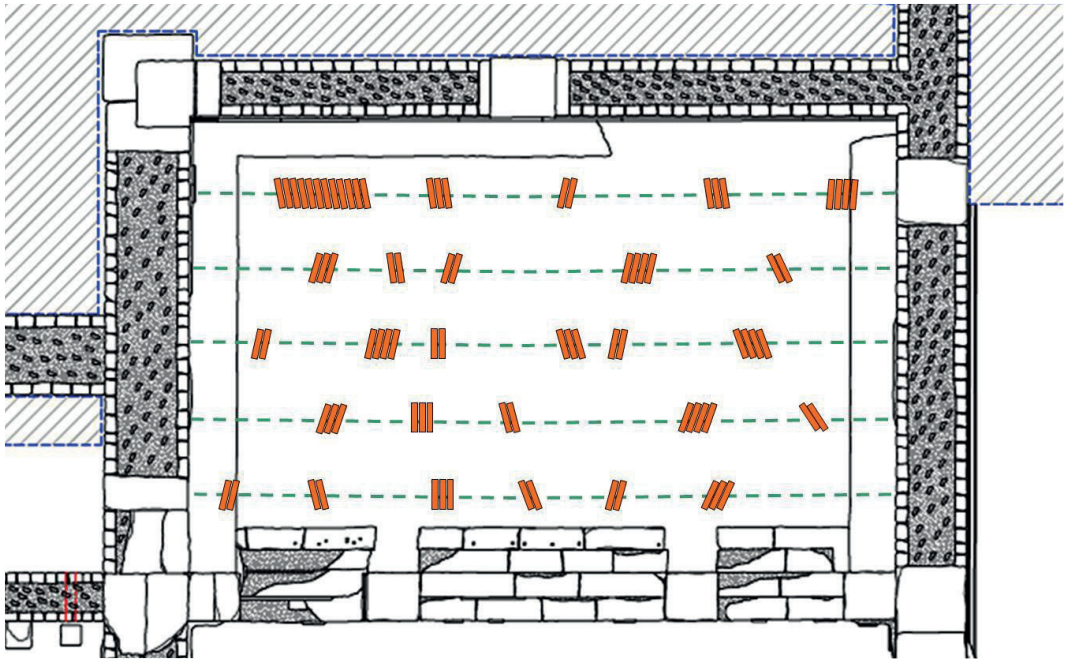


Figura 4. Plano de dispersión de los hallazgos de ladrillos-dovela en el *apodytherium*. Se han señalado sólo los casos en los que al menos dos de estos elementos conservaban su unión estructural. Nótese cómo se pueden observar cinco alineaciones paralelas que se distribuyen para cubrir la totalidad del ambiente. (Elaboración del autor)

plomado sobre el pavimento de la estancia, en algunos casos, estos ladrillos-dovela han conservado su disposición original, formando cadenas de hasta una docena de elementos que mantienen su cohesión estructural y tectónica. En estos casos, se ha podido constatar que los ladrillos-dovela eran recibidos unos a otros mediante una fina capa de mortero o lechada de cal y arena muy fina que no llega a superar el centímetro de grosor en ninguno de los casos conservados (Figura 3).

Durante el proceso de excavación del *apodytherium* se anotó sobre el plano de la estancia el punto de aparición de estos elementos, creando un mapa de dispersión que reveló la probable existencia de cinco alineaciones paralelas entre sí, equidistantes unas a otras, y que cubrirían la totalidad de este espacio (Figura 4).

Los ladrillos-dovela presentan una forma cuadrada, con 60 centímetros tanto de longitud como de anchura, presentando un grosor desigual decreciente a lo largo de la pieza que va desde los 6 centímetros del extremo distal a los 4,5 centímetros del extremo

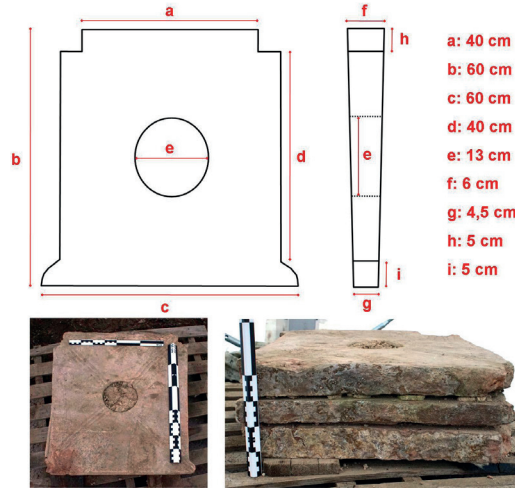


Figura 5. Esquema idealizado de los ladrillos-dovela recuperados en el *apodytherium* de Valeria. En las imágenes inferiores se muestran fotografías del aspecto y estado actual de algunos de los elementos originales hallados durante el proceso de excavación arqueológica. (Plano y fotografías del autor)

proximal, dotando a la pieza de una sección con una ligera forma de cuña. A ambos flancos del extremo proximal la pieza presenta unos apéndices salientes o tetones, con una forma tendente al triángulo, que sobresalen unos 5 centímetros respecto al cuerpo principal. En el extremo distal, en cambio, los ladrillos-dovela presentan unas escotaduras o rebajes laterales, en forma de ángulo recto, de 5 centímetros de lado[5]. En el punto central de la pieza se abre un hueco circular de 13 centímetros de diámetro que la atraviesa por completo (Figura 5).

Particularidades de los elementos de Valeria

El uso del sistema de ladrillos-dovela en las soluciones de cubrición de complejos termales está atestiguado al menos desde el siglo III a. C. en algunas edificaciones de Italia (Lancaster 2015a, 243; Tsiolis 2013), siendo su finalidad principal la de reducir el peso de la cubierta y crear una cámara de aire que evitara o, cuando menos, redujera la humedad de estos espacios. Es cierto que estos primeros ejemplos denotan una simplicidad tanto en los elementos que lo forman como en su puesta en obra, que evolucionará con el paso del tiempo hacia sistemas notablemente más elaborados y complejos (Del Giudice, 2016).

Los ejemplos de ladrillos-dovela más simples usados en la construcción romana corresponden a piezas cuadrangulares o ligeramente rectangulares que presentan o bien solamente apéndices sobresalientes en ambos flancos de su extremo proximal (Bouet 1999, Figs. 48a, 50 y 51; Del Giudice 2016, 34-36 y Figs. 24, 25, 26 y 28), o bien solo escotaduras o retalles en los flancos de su extremo distal (Bouet 1999, Figs. 48b, y 52). En sus versiones más complejas, estos ladrillos-dovela pueden presentar forma cuadrada, rectangular o trapezoidal y contienen tanto escotaduras como apéndices en sus extremos distal y proximal respectivamente (Bouet 1999, Figs. 48c, 54, 55, 56 y 57; Del Giudice 2016, 38-41 y Figs. 29, 30 31, 32 y 33). Además, en algunas ocasiones, pueden presentar un orificio central que adopta una forma ovoide (Bouet 1999, Fig. 58), cuadrangular (Bouet 1999, Figs. 60 y 61) o en forma de "U" (Bouet, 1999, Fig. 59).

La principal cualidad diferenciadora de los ladrillos-dovela recuperados en el complejo termal valeriense respecto a los que se han podido identificar hasta el momento en otras regiones del Imperio romano radica en la existencia de un orificio central perfectamente circular, posiblemente realizado con un molde. En este punto cabe preguntarse si la presencia de ese orificio central hubiera podido tener como finalidad la de reducir el peso de los elementos sin producir una merma notable en la resistencia y función estructural de estos. El análisis de los ladrillos-dovela recuperados en el complejo termal de Valeria, especialmente en los casos en los que varios de ellos se encontraban unidos entre sí, ha demostrado que este orificio fue cuidadosamente rellenado, durante el proceso de colocación y puesta en obra, con un mortero de arena y cal que, al fraguar, daba como resultado un material muy compactado y con una dureza notablemente mayor que la lechada usada para recibirlos.

Es también llamativo el tamaño comparativamente mayor de los ladrillos-dovela de Valeria respecto a aquellos otros identificados en otras regiones, principalmente la Galia. En general, el tamaño de este tipo de elementos suele estar comprendido entre los 25 y los 35 centímetros de anchura, presentando una longitud similar cuando la pieza tiene forma cuadrada. En los casos en los que las piezas tienen forma rectangular, la longitud raramente sobrepasa los 45 centímetros[6]. Como se ha señalado en el apartado correspondiente, el tamaño de los elementos estudiados para el caso de Valeria es notablemente mayor.

Es perfectamente probable que el tamaño de los ladrillos-dovela guarde una relación proporcional con la amplitud del espacio que se ha de cubrir. La mayor parte de los ejemplos documentados por la arqueología para la cubrición abovedada mediante ladrillos-dovela corresponden a pequeños complejos termales o *balnei* villáticos de reducidas dimensiones (Lancaster 2015c, 463-465) e, incluso, instalaciones termales de carácter campamental (Expósito *et alii* 2021, 15; Rebuffat *et alii*, 1970, 18). No obstante, se tiene constancia del uso de ladrillos-dovela en el abovedamiento de espacios considerablemente amplios

Propuesta reconstructiva del cubrimiento abovedado del *apodytherium*

El sistema de cubrición abovedada con el sistema de ladrillos-dovela implica la participación de, al menos tres componentes (Lancaster 2015a; Lancaster 2015b, 243, Shepherd 2006, 190-192): el propio la-

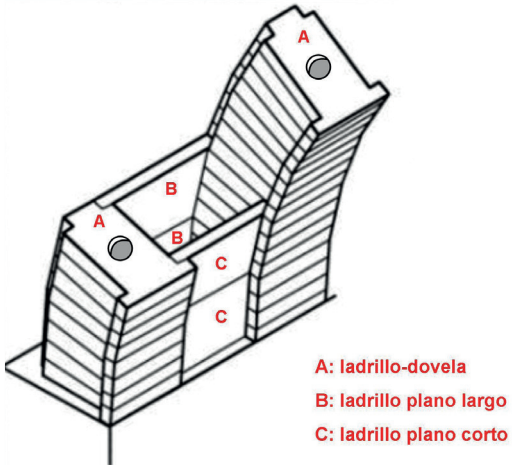


Figura 6. Esquema de colocación de los elementos de cubierta localizados en el *apodytherium* de Valeria. Elaboración del autor a partir de Lancaster (2015c)

drillo-dovela para la construcción de las nervaduras equidistantes entre sí, y las placas o tablas cerámicas de distinta longitud que unirían y cerrarían tanto el espacio interno (intradós) como el espacio externo (extradós) existentes entre esas nervaduras.

Las nervaduras se construían asentando los ladrillos-dovela uno sobre otro, recibiéndolos con una lechada muy líquida de arena y cal, y colocados de tal modo que el extremo que presenta los apéndices queda mirando hacia el interior de la estancia, mientras que el extremo que contiene las escotaduras o rebajes quedaría situado en al lado contrario. Al mismo tiempo que se van superponiendo estos ladrillos-dovela, debido a la diferencia de grosor de estos elementos, se va logrando darle al conjunto la curvatura requerida para cubrir por completo la luz del vano.

Para cerrar y unir entre sí las nervaduras resultantes, se colocaban ladrillos planos cortos de manera perpendicular a las nervaduras cuyos puntos de apoyo eran los apéndices salientes de los ladrillos dovela, quedando así cubierto el intradós de la bóveda. Para el cerramiento del extradós se colocaban ladrillos planos largo que eran encajados y apoyados en las escotaduras o rebajes existentes en los extremos distales de las nervaduras (Figura 6).

Los ladrillos planos largos recuperados en Valeria presentan una longitud total de 85 centímetros. Esta distancia marcaría la distancia de separación a la que deberían ir colocadas las nervaduras realizadas con ladrillos-dovela. Si, además, se tiene en cuenta tanto la anchura de los ladrillos-dovela como los indicios apuntados anteriormente de la posible existencia de cinco alineaciones que indicarían el número de nervaduras que constituirían la bóveda, el resultado final parece coincidir con la superficie total del *apodytherium*.

Consideraciones finales

Los restos constructivos conservados en el complejo termal de Valeria, así como los materiales recuperados en el transcurso de las excavaciones arqueológicas evidencian el uso de técnicas constructivas avanzadas para la cubrición abovedada de amplios espacios. De hecho, el *apodytherium* de Valeria constituye hoy en día uno de los espacios más amplios de época romana que fue cubierto con este sistema de abovedamiento[7].

La construcción y puesta en funcionamiento de las termas públicas de Valeria pone de manifiesto la presencia temprana en Hispania de talleres de construcción, probablemente itinerantes, que ponían en práctica métodos y técnicas de edificación novedosas para la época.

Notas

1. La construcción de este edificio debe encuadrarse en el contexto de monumentalización urbana que se produjo en la ciudad a partir de la segunda mitad del siglo I d.C. Esta fase constructiva está perfectamente identificada arqueológicamente en el área forense, donde se desmantelaron antiguas construcciones y, sobre ellas, se construyeron otras nuevas que modificaron sustancialmente el urbanismo de la zona. Esta fase de monumentalización se ha observado también en otras ciudades de época romana ubicadas en el entorno cercano a Valeria, como en Segobriga o Ercavica.
2. Se conservan alzados murarios de más de 4 metros de altura en diversos tramos, además de ser la única estancia en la que algunos elementos decorativos de revestimiento parietal se han conservado en su ubicación original.
3. Una propuesta de recreación virtual del aparato decorativo de los ambientes del frigidarium se puede consultar en Atienza 2019.
4. La bibliografía sobre la producción y tipología de este tipo de elementos latericios es amplia, baste como

ejemplo la obra de Fincker (Fincker 1986), que conforma un extenso catálogo de elementos y formas recopilados a lo largo y ancho del Imperio romano; el trabajo de Bouet (Bouet 1999) donde recoge multitud de ejemplos de la zona suroccidental de la Galia; o, para el caso de Hispania, la obra de Roldán (Roldán 2008).

5. La morfología de los ladrillos dovela de Valeria se corresponde con la forma 4ª establecida por Bouet para el material latericio romano (Bouet 1999, Fig. 58).
6. Sobre el tamaño de los ladrillos-dovela de diferentes formatos hallados en contextos termales de época romana, consúltese el trabajo de Del Giudice 2016.
7. La longitud por cubrir en el *apodytherium* de las Termas Monumentales de Valeria es de 10,10 metros, mientras que el siguiente en ejemplo en cuanto a mayor longitud cubierta en época romana con este sistema lo constituye el *frigidarium* de los Baños Septentrionales de Cimiez, en Niza, Francia (Lancaster 2015c).

Lista de referencias

Atienza, J. 2019. El complejo termal monumental de la ciudad romana de Valeria: propuesta de reconstrucción virtual de sus ambientes fríos a la luz de los hallazgos arqueológicos, en *Virtual Archaeology Review*, 10. Universidad de Valencia, pp. 116-131. https://doi.org/10.4995/var.2019.11317

Atienza J. 2022. La decoración musiva y marmórea de las Termas Romanas de Valeria, en S. Domínguez-Solera y M. Muñoz (Eds.) *Arqueología de Roma: termas y baños*. Instituto de Estudios Conquenses. Cuenca, pp. 43-60.

Atienza, J. 2024 [inédito]. La decoración del frigidarium de las termas públicas de Valeria: estudio cuantitativo, tipológico y funcional de sus elementos marmóreos. Tesis doctoral defendida en 2024. Universidad Rovira y Virgili – Universidad de Barcelona. http://hdl.handle.net/10803/690552

Atienza, J. y Bruno, G. 2020. Documentacióin del patrimonio arqueológico mediante el procedimiento del diseño por contacto con las superficies musivas pavimentales y parietales del ambiente superior de las termas monumentales de Valeria (Cuenca, España), en J. L. Lerma; A. Maldonado y V. M. López-Menchero (Eds.) *Actas del I Simposio Anual de Patrimonio Natural y Cultural ICOMOS España*. Universidad Politécnica de Valencia, pp. 269-278. https://doi.org/10.4995/icomos2019.2020.11727

Bouet, A. 1999. *Les matériaux de construction en terre cuite dans les thermes de la Gaule Narbonnaise*. Ausonius Editions, Pessac.

Bruno, G. 2020 [inédito]. Terme monumentali di Valeria (Cuenca, Spagna). Studio preliminare della decorazione musiva pavimentale e parietale dell'apodytherium. Universidad de Palermo.

Del Giudice, F. 2016 [inédito]. I material fittili speciali nell'edilizia termale di età romana. Tesis de Grado. Universidad de Pisa.

Domínguez-Solera, S. D.; Atienza, J. y Bruno, G. 2020. Variedad decorativa de las termas públicas de Valeria (Las Valwras, Cuenca. mosaicos, mármoles y conchas marinas. *Revista ANAS*, 33. Museo Nacional de Arte Romano, pp. 53-85.

Expósito, J. Á.; Bernal-Casasola, D.; Verdugo, J.; Ramón, F. J. y Moujoud, T. 2021. El balneum oriental del castellum tingitano de Tamuda. Estudio arqueo-arquitectónico y propuesta de valorización, en *Arqueología de la Arquitectura*, 18, e119. https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2021.011

Fincker, M. 1986. Les briques claveaux: un metériau de construction espécifique des thermes romains, en *Aquitania: une revue inter-régionale d'archéologie*, 4. Universidad de Burdeos, pp. 143-150.

Lancaster, L. C. 2009. Roman Engineering and Construction, en J. P. Oleson (Ed.) *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*. Oxford, pp. 257-284.

Lancaster, L. C. 2015a. *Innovative vaulting in the architettura of the Roman empire: 1st to 4th centuries*. Cambridge.

Lancaster, L. C. 2015b. Bricks and tiles, innovations and the transmission of technical knowledge, en E. Bukowiecki, R. Volpe y U. Wulf-Rheidt (Eds.) *Il Laterizio nei cantieri imperiali. Roma e il Mediterraneo. Archeologia dell'Architettura*, 20, pp. 238-245.

Lancaster L. C. 2015c. Armchair voussoir vaults in bath buildings of the Western Roman Empire, en B. Bowen, D. Friedman, Th. Leslie y J. Oschsendorf (Eds.) *Actas de V International Congress on Construction History*, vol. 2, pp. 457-465. Chicago.

Rebuffat, R.; Hallier, G. y Marion, J. 1970. Thamusida II. Fouilles du Servide des Antiquités du Maroc, en *Mélanges D'Archéologie et d'Histoire*, 2. École Française de Roma, Roma.

Roldán, L. 2008. El material constructivo latericio en Hispania. Estado de la cuestión, en D. Bernal y A. Ribera (Eds.) *Cerámicas hispanorromanas. Un estado de la cuestión*. Universidad de Cádiz, pp. 749-773.

Shepherd, E. J. 2006. Laterizi da copertura e da costruzione, en E. J. Shepherd, G Capecchi, G. de Marinis, F. Mosca y A. Patera (Eds.) *Le fornaci del Vignone a Scandici. Un impianto produttivo de etá romana nella valle dell'Arno. Borgo San Lorenzo*, pp. 165-200.

Tsiolis, V. 2013. The bath al Fregellae and the transition from balaneion to balneum, en S. K. Lucore, M. Trümper (Eds.) *Greek baths and bathing culture. New discoveries and approaches*. Leuven, pp. 89-111.

Cambios constructivos en Morelia, Michoacán, México, siglo XX. Tradición constructiva y llegada del concreto armado

Eugenia María Azevedo Salomao

Este trabajo tiene como objetivo presentar los cambios constructivos operados en la arquitectura e infraestructura urbana de la ciudad de Morelia, Michoacán, durante el siglo XX en función del contexto sociopolítico local y nacional, enfatizando en los cambios constructivos operados por la modernidad, la persistencia de la tradición constructiva local y la llegada del concreto armado.

El siglo XX constituye un excepcional momento para entender las permanencias y transformaciones constructivas originadas en la arquitectura y urbanismo morelianos. Por lo tanto, en este trabajo se presenta una semblanza general de las acciones emprendidas por las autoridades en turno y también por los constructores locales y externos que impactaron en la imagen urbana de la ciudad, así mismo en las técnicas constructivas tradicionales y modernas.

En muchas urbes del mundo y del país, el modo de producción industrial generó profundas transformaciones en la vida urbana; el crecimiento de las ciudades exigió intervenciones nuevas, denominadas *modernas,* mirando adaptar las ciudades al modelo productivo industrial y a las nuevas tecnologías que surgían. Se destaca en el siglo XX la recreación de la imagen colonial de la ciudad de Morelia y al mismo tiempo el espíritu modernizador con la construcción de equipamiento urbano de acuerdo con los nuevos cánones constructivos. Este trabajo resalta las primeras construcciones que usaron el concreto armado en la ciudad de Morelia como parte de los cambios constructivos operados internacional y nacionalmente. La investigación se apoya en documentación histórica (edita e inédita) y la observación directa de las permanencias urbano-arquitectónicas en la ciudad actual.

El texto se estructura de la siguiente manera: en un primer apartado se presentan los antecedentes generales del proceso de desarrollo, evolución y modernización que la ciudad de Morelia y sus habitantes experimentaron durante el siglo XX, destacando lo relacionado con los cambios constructivos de la época y la tradición constructiva local. En un segundo apartado, se enfatiza en la llegada de la modernidad en el ámbito constructivo en la ciudad y, cuáles fueron las tendencias adoptadas en lo referente a la arquitectura, destacando el uso del concreto armado y la permanencia de la tradición constructiva local, con ejemplos. En un tercer apartado se presenta un ejemplo paradigmático del uso del concreto reforzado en la segunda mitad del siglo XX: la iglesia parroquial de San Martín de Porres. Se concluye reflexionando sobre el debate entre la tradición constructiva y las nuevas tecnologías, observando su impronta en el patrimonio urbano arquitectónico de Morelia, del área inscrita en la Lista de patrimonio mundial de la UNESCO y de otras áreas de la ciudad que presentan ejemplos significativos del uso del concreto reforzado.

Eugenia María Azevedo Salomao – Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

La ciudad de Morelia: cambios operados durante el siglo XX en el desarrollo urbano y constructivo

La ciudad de Morelia, antigua Valladolid de Michoacán, fue fundada en el siglo XVI y se destacó durante el virreinato como un centro administrativo y capital de uno de los obispados más próspero de la Nueva España: el Obispado de Michoacán. La traza urbana con tendencia a la regularidad se mantuvo sin modificaciones en la etapa virreinal. Durante el siglo XIX los programas de mejoramiento urbano abrieron y prolongaron vialidades urbanas que anteriormente estaban obstruidas por los antiguos conjuntos religiosos, se resalta que un elemento fundamental para el desarrollo de la capital de Michoacán durante el siglo XIX fue la llegada del ferrocarril, los avances de la tecnología ferroviaria representaron logros al país y a la ciudad de Morelia; sin embargo, no hubo cambios radicales en los materiales y sistemas constructivos, la piedra de cantera siguió siendo el material básico constructivo heredando del virreinato el gusto moreliano por el material (Azevedo 2024, 69-78). Durante el siglo XIX e inicios del XX prevaleció en Morelia la tendencia a normar los aspectos de infraestructura urbana y arquitectónica a través de bandos de policía y buen gobierno, aspecto que favoreció mantener el aspecto homogéneo de la ciudad.

El siglo XX inició en México con una revolución armada que repercutió en todo el país, no siendo la excepción Michoacán. El conflicto armado incidió de manera profunda en lo económico y social, asimismo en lo referente a lo constructivo. Durante las dos primeras décadas del siglo XX hubo estancamiento en la economía y la sociedad michoacana enfrentó los peores momentos de su historia, por lo tanto, no se observaron cambios importantes en la infraestructura urbana y arquitectónica de la ciudad capital del estado de Michoacán (Ruiz y Ortega 2001). Los ideales revolucionarios propiciaron en muchos aspectos de la vida mexicana la búsqueda de una identidad implícita retomando en el caso de la arquitectura el sello del pasado prehispánico y colonial. En este momento, las huellas de la modernidad y sus nuevos materiales se expandieron en el mundo occidental; y aunque el país absorbió las novedades, las particularidades culturales imprimieron un sello propio (Azevedo 2021).

Los materiales emanados de la Revolución Industrial llegaron a México durante la etapa porfirista (1876-1911), en ese momento se fundó la primera empresa productora de acero y se estableció la primera empresa constructora de concreto reforzado (Katzman 1964). El uso de concreto reforzado se generalizó en México en la tercera década del siglo XX. En la ciudad de Morelia el concreto reforzado fue utilizado durante la gestión del gobernador Aristeo Mercado quien en 1909 hizo una importante campaña de obras de infraestructura urbana con el uso del asfalto en la pavimentación de calles, drenajes, distribución de agua y la construcción de un mercado llamado de la Constitución usando el concreto armado y con tragaluces y ventanas de cristal, este mercado fue construido en lo que hoy se conoce como plaza Valladolid pero fue demolido años más tarde (Romero 1952).

La historia posrevolucionaria de Michoacán tiene su mayor relevancia durante las gestiones, como gobernadores, de Francisco Múgica (1920-1922) y de Lázaro Cárdenas (1928-1932). Durante estos años se dejó sentir un cambio radical en la sociedad michoacana. Es un período de la historia de la entidad en la cual los sectores populares asumen un papel relevante en su vida política y la mira estuvo en los problemas del campo. No se observaron en esta etapa cambios significativos en los espacios urbanos públicos en la ciudad capital, la imagen porfirista se mantuvo y las actividades comunitarias se desarrollaron sin mayores modificaciones.

En 1938 se amplió el eje principal de la ciudad –La Avenida Madero (Calle Real)– y la calle Allende, ocasionando una reducción en la Plaza de Armas (de los Mártires). Las calles perimetrales de la plaza principal sustituyeron el empedrado por concreto y asfalto, también es en ese momento cuando la imagen del entorno de la Plaza de los Mártires cambió con la construcción del Hotel Alameda, inserción urbana que motivó muchos comentarios por parte de la sociedad de la época, ya que modificó el lenguaje arquitectónico presente en el contexto urbano. El hotel Alameda (1937-1940) tiene el distintivo de ser considerado como la primera obra que denota la modernidad de Morelia, realizado en concreto reforzado en el centro fundacional de la ciudad (figura 1).

La introducción de los materiales industrializados como el concreto reforzado se fue dando poco a poco. Los habitantes de la ciudad vieron con satisfacción las ventajas del material aunado a la propaganda anunciada en los medios de difusión locales que hacían ver las ventajas del material. Esta situación se

Figura 1. Fotografía del hotel Alameda (Azevedo 2025)

tradujo en nuevas construcciones en colonias periféricas de la ciudad y en el caso de las construcciones realizadas de materiales tradicionales como la mampostería de piedra de cantera y techos planos de viguería de madera, se observa que lentamente se fueron introduciendo las losas de concreto armado (Paredes 2012).

A mediados de la década de los cuarenta, comenzó el proceso de crecimiento de la ciudad y la imagen urbana se vio modificada por la construcción de modernos edificios escolares, embellecimiento de sus jardines, regularización de nuevas colonias y remozamiento de sus calles y plazas públicas; todo ello fue producto de un importante incremento demográfico: de 44,304 a 63,245 habitantes de acuerdo con los censos de población (Ruiz y Ortega 2001).

Entre los años cuarenta y sesenta se observaron en Morelia importantes cambios urbanos; sin embargo, se puede atestiguar que tanto las autoridades en turno como la ciudadanía buscaron conciliar la preservación del legado histórico arquitectónico y en mantener la imagen urbana colonial, con acciones que denotaron la permanencia del legado patrimonial, en contraste con el crecimiento de la ciudad que demandó el uso de la tecnología constructiva de la época. En este momento surgen distintos equipamientos urbanos necesarios para la sociedad, como por ejemplo el nuevo edificio del Hospital civil "Dr. Miguel Silva" para lo cual se destruyó el antiguo inmueble porfirista, el cual era un ejemplo sobresaliente de esta etapa de la historia arquitectónica y constructiva en la ciudad. La expansión de la mancha urbana sucede de manera desordenada (Ruiz y Ortega 2001).

Figura 2. Plaza de los Mártires (Plaza de Armas) (Azevedo 2025).

Durante el gobierno de Michoacán de Dámaso Cárdenas del Río (1950 a 1956), hubo una fuerte inversión en obras públicas; en infraestructura de caminos y obras de irrigación. En la ciudad capital una intervención que destacó fue la realizada en la Plaza de los Mártires (Plaza de Armas) cuyas obras buscaron reconstruir la imagen "colonial" de la ciudad. Las actividades de intervención fueron cambios de pisos sustituidos por losetas de cantería rosa, arbotantes inspirados en los elementos arquitectónicos de la Catedral de estilo barroco tablerado, entre otras acciones que recrearon la tradición constructiva de la ciudad colonial (Azevedo 2010) (figura 2).

Esta recreación de la imagen colonial de la ciudad encuentra respaldo legal con el Reglamento para la conservación del aspecto típico y colonial de la ciudad de Morelia, del 18 de agosto de 1956, cuando Dámaso Cárdenas era gobernador de la entidad. En este reglamento no se mencionan los espacios abier-

tos públicos y como deben ser conservados, sin embargo, cualquier intervención en el centro de la ciudad era sancionada por la Junta de Conservación. La ciudad empezó a crecer y ante la amenaza del impulso renovador, de los nuevos modelos de viviendas y materiales constructivos, se tomaron las medidas de protección de la ciudad antigua en la cual la imagen colonial debería permanecer (Azevedo 2021). Por otro lado, el espíritu modernizador llegó con la construcción de equipamientos urbanos como el Auditorio municipal para el desarrollo de actividades deportivas y otras, dentro de los paradigmas constructivos modernos de espacios públicos.

Durante el periodo de Agustín Arriaga Rivera como gobernador de Michoacán (1962-1968) inició la contemporánea evolución de la mancha urbana de la ciudad en terrenos ejidales. Arriaga Rivera fomentó la inversión industrial y turística, ésta última impactó en el centro histórico de la ciudad. Es una etapa en la cual en el centro fundacional se mantienen las intervenciones recreando la tradición constructiva y, por otro lado, las nuevas construcciones en el área de expansión de la ciudad denotan en sus materiales y sistemas constructivos la nueva tecnología de la época.

A partir de la segunda mitad del siglo XX es cuando en el país ocurre la metropolización de los principales centros urbanos. La ciudad de Morelia empieza a ensancharse notablemente a partir de las últimas décadas del siglo XX; surgieron una serie de detonadores urbanos que propiciaron el crecimiento de la mancha urbana de la ciudad.

Conviene destacar que el 19 de diciembre de 1990 a nivel federal se decretó en Morelia la Zona de Monumentos Históricos y en diciembre de 1991 se insertó el Centro Histórico en la Lista de Patrimonio Mundial por la UNESCO. Así, en lo constructivo se observa el cuidado en el mantenimiento de las edificaciones del centro fundacional, cuyo material básico ha sido la piedra de cantera y techos planos de viguería de madera. Por otro lado, el uso del concreto reforzado será práctica común en las nuevas construcciones realizadas en la ciudad moderna y contemporánea.

La tradición constructiva y la modernidad. Énfasis en el uso del concreto reforzado

El cambio de paradigma en el diseño y materialidad de las edificaciones está estrechamente vinculado al uso del concreto armado. En el mundo, la llegada del concreto armado posibilitó crear edificaciones de gran amplitud a un menor costo, además de otras propiedades como la perdurabilidad, solidez, ligereza, entre otras cualidades técnicas que derivaron en el movimiento moderno en arquitectura. En México, esta nueva técnica constructiva llega todavía en la etapa porfirista; sin embargo, el cemento y el acero empezaron a producirse de manera significativa en el país en los inicios del siglo XX. Además, la penetración del concreto armado y su aceptación entre los constructores mexicanos fue posible también por la circulación de publicaciones especializadas. Es de hacer notar que los ingenieros fueron quienes recibieron de manera más abierta el uso de esta nueva tecnología constructiva, mientras que los arquitectos seguían abogando por los cánones más estéticos y conservadores (Madrid y Ortiz, 2024).

En la ciudad de Morelia, como se comentó en el apartado anterior, la penetración del uso del concreto reforzado se fue dando poco a poco y la aceptación por parte de la sociedad moreliana fue paulatina. De la misma manera que en el resto del país, la divulgación de las ventajas del concreto reforzado fue afianzada a través de medios de comunicación locales, en los periódicos y revistas que ensalzaban sus propiedades constructivas (Paredes 2012).

En el contexto del área fundacional de la ciudad, que conocemos hoy día como Centro Histórico, el patrimonio edificado presentaba fuertes deterioros y las intervenciones de rehabilitación se fueron realizando en algunas viviendas, reemplazando los techos de viguería de madera o de bóveda catalana por losas de concreto armado; también se reforzaron las mamposterías existentes con los nuevos materiales (Paredes 2012). Estas acciones no siempre fueron benéficas para el mantenimiento de las construcciones, pues la introducción del nuevo material implicó tensiones adicionales a las estructuras de mampostería de piedra y, con el tiempo, el reforzamiento con concreto armado y uso del cemento se ha comprobado como inapropiado en estructuras históricas por alterar la autenticidad y en muchos casos causar daños irreparables.

Como se dijo previamente, a partir de mediados del siglo XX, la ciudad de Morelia amplió su mancha urbana lo que dio pauta a modificaciones constructivas significativas en la edilicia de la ciudad. Los cambios operados y la introducción de la modernidad

en la arquitectura de Morelia, se debe principalmente a ingenieros como Jaime Andrés Sandoval Hernández, Rogiero Silva y los hermanos Rodríguez Soto, entre otros (Ettinger 2010). Lo interesante es que a pesar del uso del concreto reforzado en las estructuras, se siguió utilizando en las fachadas de las nuevas construcciones, el revestimiento de la piedra de cantería con la intención de conservar el "estilo" de la ciudad, principalmente en las inserciones del siglo XX en la ciudad fundacional.

Ejemplos que ilustran la introducción del concreto reforzado en la ciudad de Morelia

Una obra paradigmática inserta en el área fundacional de la ciudad fue el Hotel Alameda, el cual fue proyectado por el arquitecto Mario Pani Darqui y su construcción estuvo a cargo del ingeniero Jaime Sandoval Hernández entre 1937 a 1940. Sus características formales evocan a los principios del funcionalismo en arquitectura y utilizó un innovador sistema constructivo a base de "losas de concreto reforzado sectorizadas por vigas peraltadas que se apoyan en columnas y/o muros de 15 y 27 cm de espesor" (Paredes 2012, 123). El edificio fue una novedad para la ciudad, introdujo el uso de elevador, una terraza jardín y combina los nuevos materiales constructivos con la remembranza del pasado virreinal al recubrir los muros de la fachada con piedra de cantería y también incorporar una escalinata con este material local. A pesar de la intención del diseñador de dialogar con el contexto urbano de la ciudad patrimonial, este inmueble ha recibido muchas críticas por romper con la homogeneidad morfológica edilicia. Además, el inmueble ha sufrido constantes modificaciones que han desvirtuado el proyecto original.

El ingeniero Jaime Sandoval Hernández (1906-1983) fue uno de los constructores más desatacados de la ciudad durante la primera mitad del siglo XX, como ya se dijo con anterioridad, fue el constructor del Hotel Alameda y además de esta obra, se destacó en diversos géneros de edificios, como cines entre los cuales están: el Cine Rex (1937-38), el Cine Morelos (1948) y el Cine Colonial (1950-1952). También fue un constructor activo de arquitectura escolar, como el Colegio Anáhuac (1948), el Colegio Plancarte (1949), el Instituto Valladolid (1953) y el Instituto Motolinía (1954). Es importante mencionar que en los inmuebles ubicados fuera del centro la ciudad, como los edificios escolares del Colegio Anáhuac, el Plancarte y el Instituto Valladolid, el ingeniero asumió el lenguaje funcionalista y usó materiales nuevos en el contexto de la ciudad como fueron el concreto reforzado y el vidrio, asimismo la piedra de cantería, denotando la horizontalidad de los inmuebles enfatizada por elementos a manera de repisas de concreto (Ettinger 2010).

Obra emblemática del ingeniero Sandoval en lo relacionado con arquitectura habitacional es el edificio de apartamentos Sandoval del año 1950. El inmueble es uno de los primeros edificios en su género en la ciudad y utilizó como material fundamental el concreto reforzado, "su estructuración es a base de losas macizas de 10 cm de espesor reforzadas en su lecho inferior con parrilla de acero además de estar perimetralmente apoyadas sobre muros de carga de ladrillo de arcilla recocido de 22 cm de espesor, desplantada sobre cimientos de mampostería" (Paredes 2012, 163). El proyecto original constó de 14 apartamentos los cuales reflejan en su organización espacial la modernidad, distando de la casa tradicional moreliana. Este edifico sufrió varios cambios en su uso y actualmente es un hotel. A pesar de los signos de modernidad, persistió en el recubrimiento de la fachada la cantería de color amarillo.

En la década de los setenta se creó en la estructura vial de la ciudad el anillo periférico conocido como Libramiento. El concepto de plaza comercial cerrada (*mall*) inició en 1976 con la construcción de la *Plaza las Américas*, inaugurando en la ciudad un nuevo concepto de subcentro urbano. Una de las obras más importantes de equipamiento cultural y turístico fue el Teatro y Centro de Convenciones de Michoacán, el cual inició su construcción en 1979 y fue inaugurado en 1980, completando el conjunto el Orquidiario, Planetario y Biblioteca Pública. En los ochenta se inauguraron otras plazas comerciales consolidando otros subcentros urbanos. Así se consolida la expansión de la ciudad y el uso del concreto reforzado y los materiales industrializados ya pasan a ser el denominador común en la arquitectura e infraestructura urbana. Mientras tanto, en el centro de la ciudad siguió prevaleciendo la imagen de la ciudad virreinal y el uso de los materiales tradicionales como la piedra de cantera.

Iglesia de San Martín de Porres en el contexto de la arquitectura religiosa moreliana de mediados del siglo XX

A partir de la década de los cuarenta, México no fue ajeno a los cambios operados en el panorama internacional que trajo la Segunda Guerra Mundial. En ese sentido, hubo una redefinición de valores éticos, morales y religiosos. Así, y en función de la fuerte tradición religiosa del país, se observa un resurgimiento de la producción de arquitectura religiosa utilizando técnicas constructivas, criterios espaciales y soluciones plásticas innovadoras. Esta situación fue posible debido al manejo de nuevas técnicas constructivas, la influencia de los nuevos paradigmas arquitectónicos suscitados en Europa y que son transmitidos a los estudiantes de arquitectura en las aulas de San Carlos. También el arribo de arquitectos e ingenieros extranjeros al país es factor que promueve la introducción de nuevos postulados en la construcción de la arquitectura religiosa mexicana (Chanfón y González 2015).

En esa sección del trabajo, se presenta el ejemplo de la iglesia parroquial de San Martín de Porres como caso de estudio del uso del concreto reforzado en la arquitectura religiosa moreliana. Antes de presentar las características constructivas del ejemplo seleccionado, se hace una semblanza de los criterios asumidos por los constructores en la inserción de arquitectura religiosa en el Centro Histórico de Morelia en las décadas de los cincuenta y sesenta, y el arribo de nuevos modelos tipológicos emanados de la modernidad, que se ubican en los límites de lo que ahora, a nivel federal es la Zona de Monumentos Históricos; asimismo, los edificios religiosos que se insertan en colonias más alejadas del contexto patrimonial.

Arquitectura religiosa moreliana y características constructivas en el periodo de estudio

Con relación al momento socio político, la coyuntura generada por la Segunda Guerra Mundial propició que México entrara en una dinámica de crecimiento económico que favoreció la industrialización, desarrollo de la agricultura e incremento de la población. Michoacán no fue ajeno a estos cambios, a partir de la década de los cuarenta del siglo XX se presentó un nuevo escenario político social en la entidad. Como ya se comentó con anterioridad, la ciudad de Morelia, a mediados de la década de los cuarenta cambió su imagen urbana; se embellecieron los espacios abiertos, se remozaron calles, se regularizaron nuevas colonias, lo anterior producto del crecimiento demográfico. Se inició una nueva era de modernidad (Ruiz y Ortega 2001).

La modernización de la ciudad fue aceptada por la ciudadanía en lo relativo a las mejoras urbanas; por ejemplo, en 1953 se publicó en el periódico La Voz de Michoacán un artículo nombrado “Morelia se moderniza y hermosea con varias obras de urbanización”. Este espíritu de cambio y modernidad no tuvo la misma acogida cuando se trató de expresiones arquitectónicas que rompían con la imagen colonial de la ciudad, éstas solo fueron permitidas en las colonias que ensanchaban la mancha urbana (Azevedo 2010).

El espíritu conservacionista de la sociedad moreliana promovió la protección del “Aspecto Típico y Colonial de Morelia” dando pauta a normativas que aseguraron la preservación patrimonial e inserción de arquitectura con los paradigmas formales de las preexistencias arquitectónicas coloniales. Esta ideología se encuentra registrada en una serie de artículos difundidos en los medios impresos de la época (Azevedo 2021)

Personaje clave que refleja la ideología de la época fue el arquitecto moreliano Manuel González Galván, quién propugnó en los medios de difusión locales, por la conservación de la ciudad y respeto absoluto a las “joyas coloniales”, pero al mismo tiempo pronunció la necesidad de crear estilos vanguardistas en las áreas nuevas de la ciudad (Rosales 2008). Sus obras atestiguan su pensamiento: más adelante se exponen ejemplos de edificios religiosos que reflejan su ideología.

A continuación, se presentan ejemplos de la producción de arquitectura religiosa de mediados del siglo XX.

El templo parroquial Mater Dolorosa construida en 1950 está ubicada en los límites de la Zona de Monumentos Históricos según el decreto federal de 1990, sobresale por su modernidad. El autor del proyecto no se conoce, se observa claramente la influencia de la iglesia de Notre- Dame du Raincy del francés Auguste Perret (León L. 2010: 243). La obra de Perret que inspiró al templo moreliano fue construida entre 1922 y 1923 en Le Raincy al noreste de París, es el primer

Figura 3. Fotografía del templo parroquial Mater Dolorosa, Morelia (Azevedo 2025)

edificio que utiliza a gran escala el concreto armado aparente sin recubrimientos estéticos. Es una estructura en esqueleto de concreto armado y cristal y según David Watkin "esta iglesia puede considerarse como un producto tardío de la exigencia planteada por los teóricos franceses de la arquitectura de una síntesis racional grecogótica, como la ilustrada por Soufflot en su iglesia de Sainte-Genevieve (Panteón de París)" (Watkin 2001 [1986], 350) (figura 3).

En el caso del templo moreliano, se observa que el autor retomó la volumetría de Notre- Dame du Raincy; sin embargo, la estructura no responde a los planteamientos teórico-estructurales del constructor francés. En el caso del templo parroquial Mater Dolorosa, los muros son a base de mampostería de ladrillo rojo recocido recubiertos por piezas de cantería labrada, tanto en los interiores como exteriores. El elemento que destaca es la torre campanario ubicada en el eje central del inmueble, formada por delgadas columnas y trabes de concreto que alternan espacios abiertos o vitrales y piedra de cantería. La planta es rectangular de una sola nave asemejándose a la forma de cruz latina, por la existencia de brazos laterales cortos que sobresalen aproximadamente de un metro del paramento de la nave, la cubierta es de losa plana y el plafón recrea un techo casetonado a base de pirámides truncadas (León 2010).

El ejemplo deja ver cómo se retoman los modelos de la modernidad europea en el aspecto volumétrico y formal, pero sigue prevaleciendo el ingrediente local en la materialización física, pues el sistema constructivo es el dominado por los constructores locales y, el hecho de recubrir con piedra de cantería corrobora la visión local de la permanencia del material que identifica la imagen de la ciudad histórica.

También de la década de los cincuenta está el templo parroquial de Nuestra Señora de Fátima proyectado y construido por el ingeniero Jaime Sandoval Hernández en 1953, la fachada fue diseñada por el arquitecto Manuel González Galván. Se encuentra en un área que no es parte de la actual Zona de Monumentos y fue construida en un predio que había sido ocupado por la capilla del hospital de San Pedro (Ettinger y García 2014).

Se puede decir que este edificio religioso reúne la tradición constructiva eclesiástica y los aires de modernidad. La fachada tiene una composición simétrica y es de piedra de cantería. La planta es de cruz latina cubierta con bóveda de cañón corrido estructurada con concreto, la sencillez de su interior denota el arribo de la modernidad (Ettinger y García 2014). Las piedras siguen siendo el material utilizado, a pesar de los ingredientes de modernidad que presenta el templo.

De los ingenieros Juan y José Rodríguez Soto es el Seminario del Corazón de María, conocido como "El Claretiano", ubicado en la colonia Chapultepec sur, más alejada del centro histórico. La iglesia fue construida entre 1955-1958 y su expresión formal denota los nuevos paradigmas de la modernidad (figura 4).

Este ejemplo refuerza lo que dice Iván San Martín al respecto de que las capillas de congregaciones religiosas católicas abrieron posibilidades proyectuales a los diseñadores de la mitad del siglo XX. Estos cambios formales fueron posteriormente aplicados en las parroquias de la década de los sesenta en el país Morelia no fue la excepción (San Martín 2015).

Figura 4. Fotografía de la capilla del Seminario del Corazón de María, Morelia (Azevedo 2025)

La arquitectura religiosa en la década de los sesenta realizada en la actual Zona de Monumentos Históricos, refleja la aplicación del "Reglamento para la conservación del aspecto típico y colonial de la ciudad de Morelia", del 18 de agosto de 1956. Ejemplo de la persistencia de la tradición arquitectónica y el arraigado historicismo es la remodelación hecha al templo de la Cruz realizado por el arquitecto Manuel González Galván. La fachada retoma el modelo de la Iglesia de Il Gesú ubicado en Roma (Vigñola y Giacomo della Porta). Otro edificio religioso de la Zona Monumental modificado en el siglo XX es el templo de Cristo Rey, dentro del mismo concepto historicista imperante en la ciudad histórica.

Los ejemplos presentados confirman la práctica conservacionista de los constructores morelianos, principalmente en el uso del revestimiento de piedra, elemento característico de la imagen de la ciudad virreinal; por otro lado, en las nuevas colonias se experimentaron nuevos criterios de diseño y constructivos representativos de la modernidad.

Templo parroquial de San Martín de Porres

Ejemplo de diseño innovador es el templo de San Martín de Porres, proyectado por el arquitecto Manuel González Galván, calculado y construido por los ingenieros morelianos José Guzmán Cedeño, Joaquín Mejía Ramírez y Gabriel Muñoz Bedolla. El edifico religioso se ubica en la colonia Industrial y forma parte del cinturón de amortiguamiento del centro histórico de la ciudad de Morelia. Tiene pocos elementos de unidad que la liguen con éste. El proyecto de la colonia se realizó tomando como referencia las antiguas calles que venían del centro histórico para darle continuidad a la traza antigua de la ciudad, denominándolas prolongaciones.

El inmueble en su época fue considerado una innovación constructiva para la ciudad, se observa clara influencia de los diseños de vanguardia y los nuevos usos del concreto armado. La estructura principal se desarrolla a partir de cuatro paraboloides hiperbólicos de concreto reforzado que dan forma a la planta del templo.

La planta es decagonal con cinco puntos intermedios y diez perimetrales que conforman el cascarón; los huecos están rellenos con paredes macizas y cristales que siguen la forma curva. El inmueble tiene tres accesos, siendo el poniente el principal, el cual direcciona el eje en el que se encuentra el presbiterio, atrás de éste se ubica la sacristía (Guzmán 2007). Se resalta que el presbiterio se encuentra elevado con relación al resto de la nave, permitiendo el dominio visual del mismo. No hay una fachada principal. Destaca un basamento de piedra aparente en el exterior. Se destacan vitrales en la parte superior de las parábolas de mayor altura.

El ingeniero Mejía comentó en entrevista que, en el diseño del templo de San Martín de Porres, se deja ver que la solución técnica tiene referencia al trabajo realizado en México por Félix Candela, la solución técnica basada en las estructuras laminares conformadas por paraboloides hiperbólicos requirió de mano de obra especializada, la que se obtuvo de carpinteros que habían trabajado en las cubiertas del

Figura 5. Fotografía del templo parroquial de San Martín de Porres vista del exterior (Azevedo 2025)

Figura 6. Fotografía del templo parroquial de San Martín de Porres vista del interior (Azevedo 2025)

Centro Deportivo Ejército de la Revolución, también en Morelia (Aguilar, 2009).

Este templo, diseñado por Manuel González Galván corrobora la idea del arquitecto de la posibilidad de que Morelia entrara a la modernidad en las áreas de expansión de la ciudad (figuras 5 y 6).

Conclusión: El Concreto Reforzado y el Diálogo entre Tradición y Modernidad en Morelia

El presente texto ha permitido establecer que la materialización de las expresiones formales de la modernidad en la arquitectura de Morelia, a través de la introducción del concreto reforzado, se consolidó como un fenómeno constructivo significativo a pesar del espíritu conservacionista prevaleciente en la ciudad fundacional.

Este proceso no solo introdujo nuevos paradigmas estéticos, sino que también demostró la habilidad y adaptabilidad de los constructores locales para operar con los nuevos materiales. Los hallazgos revelan la coexistencia de al menos dos sistemas constructivos específicos y una marcada predilección por la combinación de materiales modernos como el concreto reforzado combinado con el uso del ladrillo y elementos tradicionales, como la piedra de cantera, empleada frecuentemente en recubrimientos y ornamentación.

Un elemento central para comprender esta transición es la figura del arquitecto Manuel González Galván. Su pensamiento, expresado en la prensa local, reflejó el espíritu de la época al insistir en el necesario equilibrio entre el cuidado del patrimonio monumental y la continuidad del progreso. Esta dualidad se hizo patente en su producción arquitectónica: mientras que sus intervenciones en el centro histórico testimoniaron un respeto absoluto por las características formales y estilísticas, obras como el Templo de San Martín de Porres (década de los sesenta) incorporaron un diseño de vanguardia que explotaba las posibilidades plásticas del concreto armado, dialogando con las tendencias nacionales de arquitectos como Félix Candela y Fernando López Carmona.

En definitiva, el caso de Morelia constituye un estudio de valor excepcional en la historia de la construcción, pues ilustra la adopción matizada y dialógica de la modernidad estructural. Demuestra cómo la innovación técnica del concreto reforzado no se impuso de manera disruptiva, sino que se integró en un marco cultural y constructivo que supo combinar la eficiencia de los nuevos sistemas con la pervivencia de la tradición material y ornamental, redefiniendo la identidad arquitectónica de la ciudad durante el siglo XX

Lista de referencias

Azevedo Salomao, Eugenia María. 2024. Cambios constructivos en Morelia, Michoacán, México, en el siglo XIX y el impacto de ferrocarril. En *Actas del Décimo Tercer Congreso Nacional y Quinto Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*, editado por E. Prieto, V. Flores y S. Huerta, 69-78. Santo Domingo: Pontificia Universidad Madre y Maestra, Universidad Nacional Pedro Henriquez Ureña, Sociedad Es-

pañola de Historia de la Construcción, Organización del Gran Caribe para los Monumentos y Sitios.

Azevedo Salomao, Eugenia María. 2021. Centro Histórico de Morelia en la segunda mitad del siglo XX. Patrimonio, políticas públicas y sociedad. En *La irrupción de las políticas públicas en la vida cotidiana*, vol. 2, coordinado por B. Núñez, 103-126. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Azevedo Salomao, Eugenia María. 2010. Las plazas del centro histórico de Morelia en el siglo XX. Trasformaciones y permanencias. En *Modernidades arquitectónicas. Morelia, 1925-1960*, coordinado por C. Ettinger, 77-90. Morelia: Gobierno del Estado de Michoacán.

Chanfón, Carlos (coord. general) y Lourdes González (coord. volumen). 2015. *Historia de la Arquitectura y el urbanismo mexicanos, Vol. IV: El siglo XX, tomo II, En la antesala del tercer milenio*. México: FCE/UNAM.

Ettinger, Catherine R. 2010. La construcción y los constructores. En *Modernidades arquitectónicas. Morelia, 1925-1960*, coordinado por C. Ettinger, 93-115. Morelia: Gobierno del Estado de Michoacán.

Ettinger, Catherine R. y Eder García (coordinadores). 2014. *Visita Guiada a la arquitectura del siglo XX en Morelia*. Morelia: FONCA, UMSNH, Gobierno del Estado de Michoacán, H. Ayuntamiento de Morelia.

Guzmán Barriga, Juan Carlos (coordinador general). 2007. *Michoacán: guía de Arquitectura y paisaje*. Morelia: Gobierno constitucional del Estado de Michoacán, Consejería de Obras públicas y Transporte, dirección General de Arquitectura y vivienda.

Katzman, Israel. 1964. *Arquitectura contemporánea mexicana*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

León Alvarado, Leticia Selene. 2010. Templos católicos entre tradición e innovación. En *Modernidades arquitectónicas. Morelia, 1925-1960*, coordinado por C. Ettinger, 243-253. Morelia: Gobierno del Estado de Michoacán.

Madrid Quezada, José Fernando y Yearim A. Ortiz San Juan. 2024. Precursores del cemento y del concreto armado en la arquitectura mexicana de los siglos XIX y XX. *Oficio. Revista de Historia e Interdisciplina*, 19: 69-84.

Paredes, Emma. *Inspección, evaluación, diagnosis y prognosis de la arquitectura moderna de concreto reforzado con fundamentos de durabilidad. Caso Morelia*. Tesis de Doctorado en Arquitectura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 2012.

Romero Flores, Jesús. 1952. *Historia de la ciudad*. Morelia: ediciones Morelos.

Ruiz Magaña, Elva Edith y Carmen del Pilar Ortega Varela. 2001. En *Morelia y su Historia*, coordinado por C. Paredes, 103-120. Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morevallado Editores.

San Martín, Iván. 2015. Las capillas para las congregaciones católicas religiosas: laboratorios para la innovación arquitectónica. En *Imaginarios de modernidad y tradición. Arquitectura del siglo XX en América Latina,* coordinado por C. Ettinger, 245-259. México: Porrúa.

Watkin, David. 2001. *Historia de la Arquitectura Occidental*. Barcelona: Koneman.

Construcciones oblicuas en la Roma del siglo XVI. Orígenes y trayectoria[1]

María Mercedes Bares

Resulta sumamente elocuente —y a la vez inesperado— que en la Roma del tardo Renacimiento la villa del Gran Duque de Toscana — expresión del prestigio de los Médici en la Urbe, lugar de representación política y de coleccionismo de antigüedades — recibiera a los visitantes de sus jardines a través de un arco oblicuo de refinada estereotomía, incrustado entre los poderosos bloques almohadillados del portal de via Pinciana. (Figura 1)

En la residencia urbana promovida por el papa Alessandro Farnese, símbolo del poder y de la magnificencia de su familia, tras el atrio con columnas de *spolia* en granito rojo y nichos con bustos imperiales, dos esviajes tallados en travertino y de cuidada ejecución introducían al patio-museo donde se exponían las colecciones de antigüedades. (Figura 2)

A partir de estos dos ejemplos (aunque no son los únicos), podría afirmarse que aquella oblicuidad ausente que Philibert de L'Orme,[2] en el cuarto libro del *Premier tome de l'architecture* (1567, 124–125), señalaba en la escalera del Belvedere de Bramante, y aquella falta de comprensión que atribuía a los artífices de las reglas de la geometría, en realidad sí podía encontrarse en Roma. El autor critica además la ausencia de los arcos rampantes y del uso de la piedra de cantería, expresando claramente una visión de la construcción más cercana a la práctica de la estereotomía que a las retóricas de los preceptos vitruvianos.

El recurso a «modalidades constructivas ajenas al clasicismo» (Nobile 2016, 8) estaba, por el contrario, ampliamente difundido en la Roma cosmopolita de la época, animada por una intensa circulación de modelos y saberes y por una extraordinaria vitalidad artística y cultural. La ciudad, cruce de encargos papales, cardenalicios y privados, acogía arquitectos, escultores y pintores provenientes de toda Europa, en un contexto donde tradición e innovación, erudición anticuaria y experimentación técnica se entrelazaban inexorablemente, dando origen a formas inéditas de hibridación.

Baste pensar en Jean de Chenevières, el arquitecto francés experto en el tallado de la piedra —elogiado por Vasari— que colaboró con Antonio da Sangallo il Giovane en la iglesia nacional de San Luigi (Roberto 2005); o en el mismo Sangallo, encargado por Jaime Serra i Cau, cardenal valenciano vinculado al papa Alessandro VI,[3] de la construcción de su propia capilla en la iglesia de San Giacomo degli Spagnoli (1518–1520) (Beltramini 2016). Por lo demás, como observa Hubertus Günther (2020), en algunos episodios romanos del Cinquecento se reconoce una elección consciente de identidad cultural: la bóveda nervada de cinco claves de Trinità dei Monti, "fabricada a la francesa", no sería, por tanto, un vestigio gótico, sino un modo de expresar nacionalidad, patronazgo y prestigio. Tales elementos conviven con componentes típicamente renacentistas, como los arcos inferiores de la nave, articulados "all'antica".

María Mercedes Bares – Università degli Studi di Palermo

Figura 1. Roma, villa Medici. Arco oblicuo del portal de via Pinciana. (fotografía de la autora)

Figura 2. Roma, palazzo Farnese. Arcos en esviaje de la galería porticada. (fotografía de la autora)

Omnes viae Romam ducunt

Durante el estudio de las antigüedades en Roma podía suceder que los arquitectos, artistas o grabadores encontraran elementos oblicuos. Por ejemplo, el arco *dei pantani*, abierto en las murallas del foro de Augusto (figura 3), ha sido ampliamente documentado —sin duda a partir de los años sesenta del siglo XVI—, donde la oblicuidad se pone de relieve en la mayoría de los casos.[4] Existe también el caso de Dolabella en el Celio (conocida también como la porta Caelimontana de las murallas servianas), donde el arco es en realidad una pequeña bóveda cónica, como lo son las de la Porta Maggiore y la Porta Tiburtina, y quizás también el arco de Gallieno (hoy en parte deteriorado), que Giuliano da Sangallo representa acentuando la oblicuidad. Existen además arcos oblicuos romanos en otras ciudades, como el arco del circo de Arles y el arco de la puerta de Perugia, analizado atentamente por Antonio da Sangallo, como demuestra el dibujo comentado conservado en la *Galleria degli Uffizi*.[5] Sin embargo, las consideraciones de carácter filológico/arqueológico —es decir, el conocimiento y el estudio por parte de los arquitectos de los modelos antiguos— no bastan para justificar ciertas interferencias.

Si algunos estudios recientes han analizado las posibles relaciones de la arquitectura oblicua en el ámbito valenciano con la antigüedad romana (Zaragozá 2019, 37–41), los vínculos con la Roma moderna no han sido hasta ahora investigados, aunque son bien conocidas las conexiones debidas a la permanencia en la capital de varios miembros de la familia Borgia —a partir del tercer decenio del siglo XV—, promotores de importantes iniciativas arquitectónicas y constantemente ligados a su ciudad de origen. Como es sabido, durante el siglo XV la arquitectura oblicua se desarrolla sobre todo en Valencia, a partir de la obra de Francesc Baldomar (activo entre 1425 y 1476), autor de los primeros vanos oblicuos documentados de la Edad Moderna, caracterizados por soluciones geométricas complejas: el *biais passé* (Zaragozá 2021). A partir de allí, el fenómeno se difunde progresivamente en todos los dominios aragoneses, hasta alcanzar algunos territorios de Italia meridional, desde Nápoles hacia el sur. En particular, se han identificado casos significativos en las islas de Sicilia y Cerdeña (Nobile et al. 2014; Nobile 2016).[6]

Figura 3. Roma, arco dei pantani (fotografía de la autora)

Construcciones oblicuas de Antonio da Sangallo el Joven y de su círculo

Poco después de haber sido nombrado cardenal por Rodrigo Borgia, Alessandro Farnese adquirió en 1494 un antiguo palacio —muy distinto del que vemos hoy— originalmente construido por el cardenal Nicola Albergati. El edificio se convirtió en su residencia urbana y, con el paso del tiempo, se transformó en un verdadero museo de las colecciones familiares: basta pensar en el Hércules o en el grupo del Toro Farnese, hallados en las termas de Caracalla entre 1545 y 1546 y colocados en otro tiempo en el *cortile* del palacio. La decisión de proceder a la reestructuración y ampliación del "*palazzo vecchio*" remonta probablemente a los años 1513-1514, cuando Alessandro Farnese encargó el trabajo a Antonio da Sangallo el Joven (Frommel 1995). Así comenzó una larga y fructífera colaboración entre el cardenal y el arquitecto, destinada a durar más de treinta años y a producir algunas de las más célebres construcciones farnesianas (Caprarola, Gradoli, Rocca di Valentano, fortificaciones de Castro, etc.). Las obras del palacio avanzaron lentamente después del *sacco* de Roma de 1527, pero se reanudaron con gran vigor a partir de 1541.[7] En esta fase se introdujeron importantes modificaciones al proyecto original, con el objetivo de transformar el edificio en una verdadera residencia papal: entretanto, Alessandro Farnese había ascendido al trono pontificio con el nombre de Pablo III, mientras Antonio da Sangallo se había convertido en el arquitecto de San Pietro. Sangallo dirigió las obras de construcción del palacio hasta su muerte, ocurrida en 1546.

El sitio de obra de la planta baja, que es donde este estudio se centra por la presencia de las construcciones oblicuas, está bastante bien documentado (Frommel 2011; Di Mauro 1987). El proyecto nació con la idea inicial de un palacio gemelo, como menciona el mismo Giorgio Vasari, destinado a ser dividido entre los dos hijos del comitente, de modo que cada "mitad" debía tener su propia plaza al frente y un atrio autónomo, que se abría hacia un vasto patio interior. El *cortile* cuadrado está articulado en cada lado por cinco arcadas de piedra de cantería que se reflejan como "formas ciegas" (es decir, tapiadas) en las paredes que dan al patio, con excepción de aquellas que albergan los vanos de acceso. La trabeación continua reducida en altura y ajustada al ritmo de los arcos, parte del atrio de entrada y recorre todo el perímetro del patio, funcionando como una "costura" visual que unifica todo el sistema arquitectónico.

En este contexto, la necesidad de hacer corresponder las desembocaduras del atrio de tres naves con las arcadas del patio impulsó a Sangallo a desarrollar soluciones oblicuas. Un problema similar se presentaba en la desembocadura de la escalera (y en la opuesta), que debía abarcar toda la amplitud de la logia. La solución adoptada consistió en arcos abocinados y capialzados, con la superficie del trasdós ascendente, empleados tanto en la desembocadura de la escalera principal en el lado izquierdo como en la apertura simétrica correspondiente en el lado derecho (figura 4). Esta invención se repetirá en contextos análogos en numerosos palacios romanos. Para los laterales del atrio se recurrió a un tipo de arco (en este caso son dos simétricos), que en los tratados de estereotomía será definido como "*cuerno de vaca*". Se trata de un arco labrado en un vano que presenta oblicuidad solo en uno de los laterales: las circunferencias de arranque resultan por lo tanto de dimensiones diferentes, y la superficie de conexión adopta el aspecto de un arco capialzado (figura 5). El uso de plantillas para este tipo de intradós resulta extremadamente problemático: se trata, en efecto, de un elemento de difícil ejecución, que revela un profundo conocimiento del corte de piedras y anticipa modelos que luego serán codificados en los tratados de estereotomía que se desarrollarán a partir de la segunda

Figura 4. Roma, palazzo Farnese, arco abocinado y capialzado en la desembocadura de la escalera principal (fotografía de la autora)

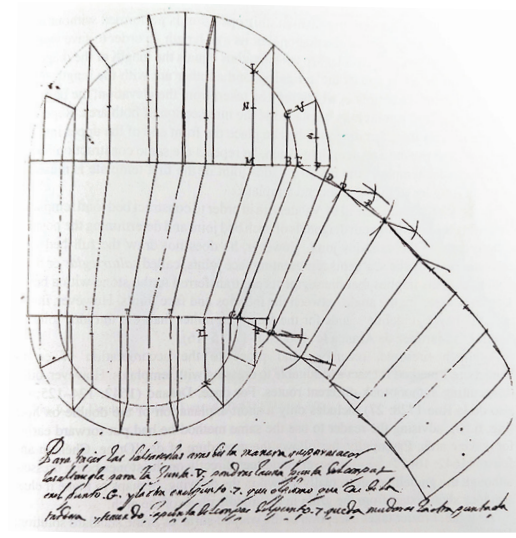


Figura 6. «Viaxe contra viaxe» en el manuscrito de Vandelvira (Palacios 2003)

mitad del siglo XVI (De L'Orme 1561/1567; Gil de Hontañón ca. 1570; Vandelvira ca. 1575–1591, etc.). (figura 6)

Es posible que la aplicación de estos elementos pueda situarse en una fase en torno a los años 1520–1522, cuando está documentada la provisión de varias carretadas de travertino, *pozzolana*, cal y ladrillos probablemente destinados a los bloques del atrio y del cortile (Frommel 2011, 53). Un dibujo planimétrico atribuido a Jean de Chenevières (el arquitecto de San Luigi dei Francesi desde 1518), fechado hacia 1520, muestra la presencia de los arcos oblicuos.[8] Menos probable, aunque no puede descartarse, es que fueran terminados en un segundo momento.[9]

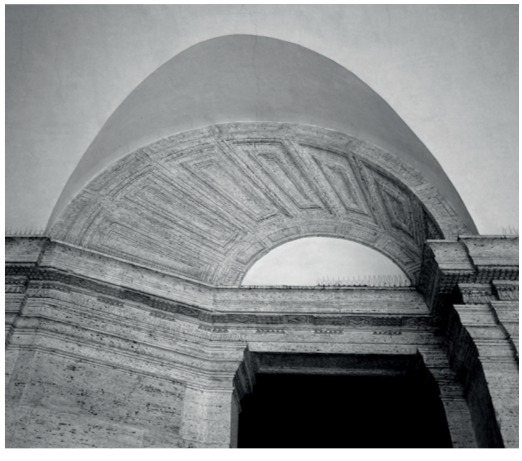


Figura 5. Roma, palazzo Farnese. Cuerno de vaca de la galería porticada. (fotografía de la autora)

La dificultad de interpretar los arcos oblicuos del Palacio Farnese ha llevado a gran parte de la historiografía a descuidar la cuestión. Christoph Luitpold Frommel (1985, 139), al describir los virtuosismos de la escalera, reconoce ciertamente la singularidad de la solución adoptada, pero la interpreta como un *scorcio prospettico*, y termina atribuyéndola como un tributo del autor a la simetría, encuadrándola en la lógica del clasicismo[10]. No se puede excluir que ciertos efectos de perspectiva hayan sido buscados; sin embargo, el medio técnico/material a través del cual se consiguen es claramente la stereotomía.[11] Se abre aquí un campo de investigación todavía poco explorado. Arturo Zaragozá Catalán (2021, 42–44) ha profundizado las relaciones entre estereotomía y perspectiva —en particular en los contactos entre Valencia e Italia a mediados del siglo XV—, ofreciendo instrumentos teóricos que podrían aplicarse también en este contexto. Numerosos dibujos del taller de los Sangallo muestran, por lo demás, una sistemática inclinación hacia formas de oblicuidad intencional, sobre todo en la representación de arcos de triunfo, donde la deformación geométrica parece asumir valor de experimentación espacial. No faltan, por

último, sugestiones procedentes del ámbito pictórico, como el caso de Paolo di San Leocadio.[12]

La idea proyectual de los arcos oblicuos que se abren al *cortile* puede interpretarse también como una demostración de pericia, expresión de un bagaje de conocimientos que, en aquel contexto, no todos poseían, para usar las palabras de Caramuel: «para con una obra extraordinaria dexar testimonio de su ingenio» (Caramuel Lobkowitz 1678, II, 21).

La planimetría, que podría recordar la de una pequeña iglesia de planta basilical, y algunos elementos del atrio —como las columnas de mármol de *spoglia*, la secuencia de nichos y el techo plano artesonado de los pasajes laterales—, junto con el uso de geometrías oblicuas, encuentran correspondencia en la capilla Carafa en el *Succorpo* de la catedral de Nápoles, encargada por Oliviero Carafa entre 1497 y 1506 aproximadamente, donde están documentadas intervenciones de Tommaso Malvito y, quizás, de Giuliano da Sangallo[13] (Del Pesco 2011; Ratto Vaquer 2021). La capilla, interpretada también como una composición basada en principios de perspectiva, propone una solución original con arcos en esviaje simétricos, que conectan las naves laterales con las ventanas de la zona absidal —una invención que anticipa, en ciertos aspectos, los arcos farnesianos (figura 7). Realizados enteramente en mármol de Carrara, estos arcos presentan ciertas torsiones que merecerían investigaciones ulteriores. También en Nápoles, un arco oblicuo en mármol blanco introduce a la Capilla Caracciolo di Vico en San Giovanni a Carbonara, construida entre 1514 y 1517 por voluntad de Galeazzo Caracciolo di Vico (figura 8). Existen además arcos en torre cavada y bóvedas en *capilla redonda por cruceros disminuidos*. La decoración escultórica se atribuye con certeza a los maestros originarios de Burgos, Bartolomé Ordóñez y Diego Siloé (ambos documentan períodos de estancia en Roma), mientras que la autoría del proyecto arquitectónico permanece aún incierta.[14]

Volviendo a Roma, otro ejemplo que involucra al taller de los Sangallo en el uso de elementos oblicuos en piedra de cantería es el palacio Balami (figura 9). Situado en el último tramo de *via della Scrofa* (la antigua *via Leonina*), en el cruce con *piazza Nicosia*, surge en un momento importante para la definición de la imagen urbana de Roma en el primer Cinquecento y formaba parte de un proyecto más ambicioso luego abandonado. El edificio, poco estudiado, ha

Figura 7. Nápoles, capilla Carafa en el Succorpo de la catedral (fotografía de la autora)

sido atribuido por Christoph Frommel a Giovan Francesco da Sangallo, «in geometria et arithmetica peritus», pariente y colaborador de Antonio el Joven, ambos activos en la fábrica de San Pietro. El terreno donde se levantaba el palacio —adquirido en diciembre de 1518 por el médico papal Ferdinando Balami (Mandalà et al. 2015), originario de Sciacca, y por su hijo— se encontraba en el área que formaba parte de los proyectos de urbanización promovidos por Giovanni de' Medici (papa León X, ligado a Alessandro Farnese), que desde 1517 habían involucrado a Raffaello Sanzio y a Antonio da Sangallo el Joven (Frommel 2002). Los documentos recordados por Frommel (1986) indican que la obra ya estaba en

Figura 8. Nápoles, capilla Caracciolo di Vico en San Giovanni a Carbonara (fotografía de la autora)

Figura 9. Roma, palazzo Balami. Biais passé del portal, situado en de via della Scrofa, (fotografía de la autora)

Figura 10. Roma, Palazzetto Le Roy, Esviaje en la planta baja (fotografía de la autora)

marcha en abril de 1519, y se registra la presencia del maestro de obras Lodovico da Caravaggio junto a otros colaboradores. Tras la muerte de este, los trabajos fueron saldados según estimación de dos expertos: Jacopo Ungarini, activo en San Pietro (en nombre de la viuda), y el propio Giovan Francesco da Sangallo en nombre de Balami, de donde procede la atribución. El portal, situado a lo largo de *via della Scrofa*, muestra un arco de geometrías complejas, atribuible al *biais passé* de la tratadística francesa (Philibert de L'Orme) o a un modelo propuesto por Ginés Martínez de Aranda, resuelto mediante dovelas dispuestas radialmente, definido como *arco oblicuo perfecto*: con esta solución se resuelven eventuales problemas de estabilidad (empuje al vacío) típicos de este tipo de arco (Rabasa 2000). La disposición y el número de dovelas (7) recuerda el *biais passé* del Palacio de Santa Cruz en Valladolid. Tal virtuosismo constructivo no parece provenir únicamente de la necesidad, como demuestra la planimetría, a pesar de la configuración irregular del solar en forma de cuña derivada de la intersección de las calles.

El último ejemplo de esta serie concierne al llamado *Palazzetto Le Roy*, conocido también como *Farnesina ai Baullari*, edificado entre 1520 y 1523 para el prelado bretón Thomas Le Roy, funcionario de la Cámara Apostólica. El edificio, asentado sobre un lote trapezoidal en torno a un pequeño patio cuadrangular, ha sido vinculado al entorno sangallesco.[15] Convertido en propiedad del Ayuntamiento de Roma, en 1886 fue objeto de una restauración dirigida por Enrico Guj, que mantuvo legible la estructura original del edificio. Antes de esta fecha se conservan algunos dibujos y grabados que muestran pasajes oblicuos[16] precisamente en la zona donde Guj montó un *esviaje* que recuerda los del palacio Farnese.[17] (figura 10)

Finalmente, cabe señalar que, en el llamado "barrio de los Florentinos", donde habitaban numerosos canteros y arquitectos, la entrada de un grupo de viviendas conocidas como "casas de los Florentinos", situadas en *via Giulia* n.º 82, se distingue por un portal almohadillado que encierra un arco oblicuo, realizado con impecable técnica estereotómica. El edificio se encuentra frente a la iglesia de los Florentinos y a corta distancia de la que fue la residencia de Antonio da Sangallo el Joven.

Epílogo

En su volumen de síntesis sobre la estereotomía en Europa occidental, José Calvo-López (2020, 600–602) reconsidera la supremacía tradicionalmente atribuida a Francia y España en el desarrollo de la construcción en piedra de cantería en la primera edad moderna —un paradigma consolidado por la lectura de Jean-Marie Pèrouse de Montclos (1982)— y, para la Italia central, propone concentrar la atención en la dialéctica entre artistas figurativos y constructores profesionales, identificando en Antonio da Sangallo el Joven al principal intérprete de este debate. No por casualidad, Sangallo representa una de las personalidades más discutidas de su tiempo y, aún hoy, constituye una fuente inagotable de debate para la historiografía. Su excepcional pericia técnica[18] —reconocida por todos, incluso por su agudo crítico y

contemporáneo Vasari[19]—, unida a sus capacidades empresariales y de gestión (tenía incluso una fábrica de ladrillos: Frommel 2002, 292), a su propensión a la experimentación (atestiguada por las innovaciones tipológicas y la enorme cantidad de dibujos) y a su sólida cultura teórica (conocía bien a Vitruvio, de quien poseía cuatro ejemplares)[20], junto con la obtención del cargo más prestigioso al que se podía aspirar en la época —el de primer arquitecto de la *Fabbrica di San Pietro*, puesto que ocupó durante casi tres décadas, destacándose en un contexto de rara envergadura—, no fueron, sin embargo, suficientes para evitarle cierta hostilidad general.

La historiografía, como es sabido, ha evidenciado cómo la dificultad de definir la identidad artística del florentino deriva esencialmente de la ausencia de formación en las artes figurativas. Vasari, aunque admiraba su pericia técnica, no le reconoce aquella "nobil virtù" reservada a quienes provenían de la pintura o de la escultura, y Cellini reitera que era "maestro di legname solamente". Sin embargo, este esquema crítico consolidado, aunque profundamente arraigado, tiende a simplificar y distorsionar la compleja realidad histórica. La necesidad de encasillar a figuras esquivas como Sangallo dentro de categorías definidas ha generado una lectura parcial de su obra: representa, de hecho, un caso atípico, ajeno a los modelos canónicos del siglo XVI, pero al mismo tiempo una figura crucial para comprender la evolución de la arquitectura romana del siglo (Bruschi 1986).

Su formación, desarrollada en el ámbito de la arquitectura militar, que constituía un campo privilegiado de experimentación del corte de piedras junto a sus tíos Giuliano y Antonio il Vecchio[21], favoreció el desarrollo de un lenguaje impregnado de componentes híbridos difíciles de encuadrar, que se convertirán en el sello distintivo de su arquitectura (se ha hablado, de hecho, de una apertura hacia lo gótico, Benedetti 2011, 213–226). Esta orientación convive necesariamente con un estudio atento de la antigüedad clásica.

En una época en que los tratados de estereotomía aún estaban por escribirse, la vasta producción gráfica de Sangallo —más de mil dibujos conservados en los Uffizi— revela una actitud analítica y experimental, rica en estudios sobre detalles constructivos, ensamblajes y cortes de piedra que pone de manifiesto un saber operativo sustentado en la *géométrie pratique*, en el dominio de los métodos de trazado y en la práctica de la estereotomía, entendida como un instrumento para afirmar una distinción social e intelectual que quizá le había sido negada, anticipando así una concepción moderna y científica del arte de construir.

Inciso

Hasta ahora ha sido posible hablar de estereotomía porque una de las características más evidentes de los palacios romanos de la primera mitad del siglo XVI es el uso generalizado de piedra labrada. Entre las técnicas más representativas que emplean travertino en partes talladas y esculpidas se encuentra el *bugnato*, herencia de los palacios toscanos del Quattrocento. No faltan, sin embargo, ejemplos de edificios con paramentos íntegramente realizados en travertino, como el palacio de Raffaele Riario. Aunque se trata de una piedra no especialmente apreciada por los canteros —en particular por quienes estaban acostumbrados a materiales más compactos, como los franceses, los españoles o los florentinos—, su facili-

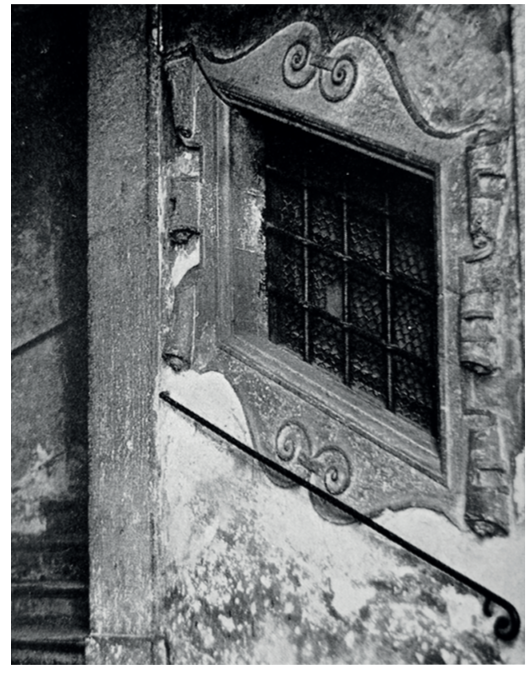


Figura 11. Roma, Palazzo Massimo alle Colonne, ventana oblicua. (fotografía de la autora)

Figura 12. Roma, Palazzo Mattei di Giove, arco abocinado (fotografía de la autora)

dad para ser estucada compensaba su menor resistencia y calidad de talla. (Pagliara 2002).

Ya en la primera mitad del siglo XVI se observan ejemplos de uso combinado de materiales, como en la planta baja del Palazzo Massimo alle Colonne de Baldassarre Peruzzi, donde refinados estucos clasicistas alternan con molduras curvas y vanos oblicuos en piedra, como la ventana "a la francesa" de la escalera, por citar un ejemplo (figura 11). Sin embargo, el uso sistemático de estucos falsos en sustitución de la piedra se perfecciona solo en la segunda mitad del siglo, gracias a las cuadrillas ticinesas y lombardas, que se afirman en la capital —baste pensar en la "dinastía" de Domenico Fontana, Carlo Maderno y Francesco Borromini—, que introducen una organización del trabajo marcadamente empresarial.

El edificio que Asdrubale Mattei, marqués de Giove, encarga a Carlo Maderno en 1598–99 muestra en algunos elementos una reelaboración material de las formas oblicuas. Los trabajos de estuco de la escalera monumental comienzan en la primera fase de la obra (aproximadamente 1605), en concomitancia con las actividades de los canteros. El estucador Donato Mazzei fue remunerado tras el peritaje de Maderno, según la práctica reservada a las obras de talla más complejas (Varagnoli 1998–1999). La entrada de la escalera presenta un arco abocinado —análogo a los de los palacios sangallescos—, tallado en travertino, aunque no se excluye el uso de técnicas mixtas con estuco. A lo largo del recorrido de la escalera se suceden trompas, arcos rampantes y un esviaje que enmarca la ventana del descanso,

Figura 12(bis). Roma, Palazzo Mattei di Giove, arco en esviaje (fotografía de la autora)

decorados con estucos *all'antica*. Un Maderno atípico, atento a las experimentaciones del primer siglo XVI. (Figura 12)

En Palazzo Firenze, antigua residencia de Ferdinando de' Medici, la ventana central del *cortile* presenta un arco en esviaje de estuco, de datación incierta, pero indicativo de la difusión de soluciones oblicuas en la arquitectura romana de la segunda mitad del siglo XVI. (figura 13)

Sería necesario profundizar también en las construcciones oblicuas iniciadas con la comisión de Bernardino Spada para su palacio, donde los arcos simétricos de la contra-fachada que se abren al cortile testimonian el inicio de una investigación sobre formas oblicuas y deformaciones plásticas vinculadas al

Figura 13. Roma, Palazzo Firenze, arco en esviaje (fotografía de la autora)

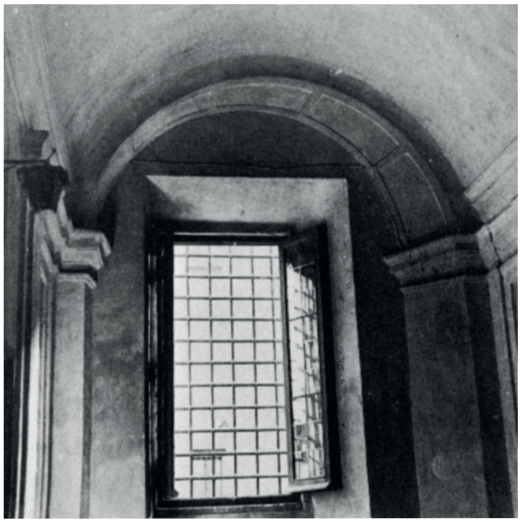


Figura 14. Roma, Palazzo Spada, arco en esviaje (fotografía de la autora)

Figura 15. Roma, Museo Pio-Clementino del Vaticano, vano de acceso a la Sala della Biga (fotografía de la autora)

uso de materiales dúctiles como estuco y ladrillo. Esta línea de experimentación, de la que Borromini será el principal intérprete,[22] hunde sus raíces en las investigaciones estereotómicas del Renacimiento. (figura 14)

Rastros de esta continuidad reaparecen incluso en época neoclásica: en el Museo Pio-Clementino del Vaticano, el vano de acceso a la Sala della Biga está conformado por tres arcos oblicuos de estuco, de los cuales el primero y el tercero parecen simular una sillería radial, mientras que el central corresponde a una bóveda cónica.[23] (figura 15) El esviaje, documentado por Paul-Marie Letarouilly en 1840, no tuvo continuidad en la historiografía, pero sigue siendo un testimonio elocuente de la persistencia del lenguaje estereotómico, perceptible en filigrana dentro de la cultura arquitectónica romana.

Notas

1. Sobre el tema, tratado a una escala más amplia y transnacional, está en curso un estudio de la autora junto con Marco Rosario Nobile y Arturo Zaragozá Catalán.
2. Philibert de L'Orme residió en Italia desde 1533 hasta 1536ca. Philippe Potié afirma que quizá trabajó para Sangallo el Joven: «De L'Orme travailla peut-etre pour Antonio da Sangallo le Jeune sans doute pour les fortifications de Rome» (Potié 1996, 23–25).
3. Jaume Serra en 1492 estuvo involucrado en los acontecimientos de la construcción del palacio de Rodrigo Borgia en Valencia. (Arciniega García 2003).
4. Véanse: Giovanni Battista Cavalieri 1569, Andrea Fulvio 1588, Giacomo Lauro 1613, Aloisio Giovannoli 1615, volumen de Fioravante Martinelli 1687, Giovan Battista Piranesi 1747, Jean Barbault 1761, Domenico Pronti 1795, Giuseppe Vasi 1796, etc. https://www.info.roma.it/monumenti_dettaglio.asp?ID_schede=1628
5. Choisy (1873, tav. XX) explica que en la puerta oblicua de Perugia los romanos adoptaron una solución ingeniosa para evitar el hundimiento lateral de los arcos, insertando un arco intermedio que distribuía mejor las cargas.
6. Para otros estudios véase: http://www.cosmedweb.org/pubblicazioni.php
7. Véase el documento transcrito por Umberto Gnoli en (Bertaux 1937).
8. Múnich, Staatsbibliothek, Cod. Icon. 195, c. 8r (Frommel 1995). Cabe señalar también que el atrio, que hoy constituye la entrada desde piazza Farnese, es mencionado en el *Itinerarium Urbis Romae* de Mariano da Firenze (redactado entre 1517 y 1518).
9. Por ejemplo, en la fase en que entra a trabajar en la obra, desde 1543, bajo la guía de Sangallo, el cantero Giovanni Angelo Ghislante de origen milanés, que había sido encargado como arquitecto en la Fabbrica di San Luigi dei francesi. En el *Archivio Storico Capitolino* se conserva un dibujo para las medidas de los blo-

ques de travertino junto al contrato donde se especifica que las obras de talla deben ser pagadas según el juicio de peritos: «Che lo intaglio mesia pagatto deferente dale carrettatte per quello che sera judicato per dos homenis perittis delarte uno per sua ece.ttia e uno per me» ASC, Fondo Notarile, Sez. I, vol. 767, c. 222.

10. Se vea también Micaela Antonucci (2016) que retoma en parte el discurso de Frommel.
11. Las partes labradas en piedra de los arcos ciegos, de poco espesor, vistas desde lejos crean un efecto de profundidad (aumentado por las lunetas) y parecen equivalentes al intradós de los arcos del patio.
12. Agradezco a Arturo Zaragozà su indicación. Paolo da San Leocadio (ca. 1445 – ca. 1519) llegó a la península ibérica alrededor de 1472–1473, llamado por Rodrigo Borgia (futuro papa Alessandro VI), entonces obispo de Valencia. Trabajó para el capítulo de la Catedral de Valencia, donde pintó al fresco la bóveda de la capilla mayor.
13. Ambos registran un periodo de actividad en Francia.
14. Entre las diversas hipótesis de atribución de la Capilla Caracciolo di Vico —Diego Siloé, Pedro Machuca, Giuliano da Sangallo, etc.— se ha propuesto a Giovanni Donadio da Mormando, sobre todo en relación con sus vínculos con el humanismo napolitano y, en particular, con Jacopo Sannazzaro, cuya estancia en Francia (1501–1504) está bien documentada, a instancias de Federico d'Aragona (Aceto 2013, 45–78).
15. Ha sido atribuido tanto a Antonio da Sangallo el Joven como a Jean de Chenevières. Véase Colonnese (2023) y bibliografía.
16. Por ejemplo, Ch. Percier 1789 o P.M. Letarouilly 1840. Véase Cremona (2016, 50–51).
17. El proyecto original de Guj se conserva en el archivo capitolino.
18. Maria Grazia D'Amelio y Nicoletta Marconi (2001) señalan, por ejemplo, la gran habilidad de Sangallo en proyectar y construir armaduras de madera para bóvedas y cimbras como los arcos de unión de los pilones de la cúpula vaticana.
19. Al evidenciar la posición de Vasari frente a Sangallo, Claudia Conforti (2001) señala que «la *macchia* de Antonio no está en la extracción (…) sino en haber usado la técnica más como fin que como instrumento para llegar a ese "modernamente antiguo y antiguamente moderno" que es la cláusula del nuevo arte, de la nueva arquitectura, que no se limita a repetir a Vitruvio, sino que juega con la diferencia entre la licencia y la regla (…)».
20. Vitruvio constituía, por tanto, una de las pocas fuentes teóricas disponibles, integrada con la experiencia directa de obra y del dibujo. Sangallo poseía al menos cuatro ejemplares del *De architectura* (desde 1524), ricos en anotaciones marginales personales, entre ellos la edición ilustrada por Fra Giocondo de 1513, hoy en el Metropolitan Museum of Art de Nueva York, con la inscripción: «Questo libro sie di mastro Ant[oni]o di Bartolomeo Cordiani da Sangallo architettore del papa e Santo Petro. 1520». Véase Francesco Benelli (2024, 14).
21. Antonio da Sangallo il Vecchio (y, en parte, Giuliano da Sangallo) fue uno de los arquitectos más activos y encargado regularmente bajo el pontificado de Alessandro VI Borgia, con presencia constante en las obras defensivas (Castel Sant'Angelo, Civita Castellana, Nettuno, Ostia). Véase Arnaldo Bruschi (2011).
22. No por casualidad Francesco Milizia (1781, 347) definía la Iglesia de S. Carlino alle Quattro Fontane con sus "cóncavos y convexos" como el mayor delirio de Borromini.
23. La Sala delle Biga es probablemente obra del arquitecto pontificio Giuseppe Camporese (activo en el Vaticano desde 1786), pero la ideación puede referirse al proyecto de Michelangelo Simonetti con la asesoría del prefecto de antigüedades Giovanni Battista Visconti.

Lista de referencias

Aceto, Angelamaria. 2013. La Cappella Caracciolo di Vico en San Giovanni a Carbonara a Napoli y el problema de su atribución. *Ricerche di Storia dell'Arte* 87: 45–78.

Antonucci, Micaela. 2011. Gli interventi rinascimentali: l'opera dei Sangallo. En *Castel Sant'Angelo e la città: architettura, funzioni e restauri*, editado por Maria Grazia Bernardini, 83–105. Roma: Gangemi.

Antonucci, Micaela. 2016. Tutto passa per le scale: la scala nei palazzi romani. En *Palazzi del Cinquecento a Roma*, volumen especial de *Bollettino d'Arte*, serie VII, editado por Claudia Conforti y Giovanna Sapori, 271–290. Roma: L'Erma di Bretschneider / Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo.

Arciniega García, L. 2003. *El Palacio de los Borja en Valencia*. Valencia: Corts Valencianes, 322–324.

Beltramini, Maria. 2016. Antonio da Sangallo il Giovane e la Cappella Serra in San Giacomo degli Spagnoli a Roma. *Firenze Architettura* 20(2): 118–125.

Benedetti, Sandro. 2011. *Architettura del Cinquecento romano*. A cura di Laura Marcucci. Roma: Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato – Libreria dello Stato, 213-226.

Benelli, Francesco. 2024. *"Dicie Vitruvio". Antonio da Sangallo il Giovane e il De Architectura.* Roma: Officina Libraria.

Bertaux, Émile. 1937. *Le Palais Farnèse (notes et documents).* Extrait des Mélanges d'archéologie et d'histoire publiés par l'École Française de Rome, T. LIV.

Bruschi, Arnaldo. 1986. Identità di Antonio da Sangallo il Giovane dall'Umanesimo alla Controriforma. En *Antonio da Sangallo il Giovane — La vita e l'opera: atti del*

XXII Congresso di Storia dell'Architettura, Roma, 19–21 febbraio 1986, editado por Gianfranco Spagnesi, 21–34. Roma: Centro Studi per la Storia dell'Architettura.

Bruschi, Arnaldo. 2002. L'architettura a Roma negli ultimi anni del pontificato di Alessandro VI Borgia (1492–1503) e l'edilizia del primo Cinquecento. *Storia dell'architettura*: 34–75.

Calvo-López, José. 2020. *Stereotomy: Stone Construction and Geometry in Western Europe C.1200 - C.1900.* Birkhäuser, 600–602.

Caramuel Lobkowitz, Juan. 1678. *Architectura civil recta y obliqua: considerada y dibuxada en el Templo de Ierusalen ... promovida a suma perfección en el templo y palacio de S. Lorenço cerca del Escurial …*, parte II, trat. IV, p. 21. Vigevano: En la Emprenta Obispal por Camillo Corrado.

Choisy, A. 1873. *L'art de bâtir chez les Romains.* Paris: Librairie générale de l'architecture et des travaux publics Ducher et Cie. (Traducción al español: 1999. *El arte de construir en Roma*, editado por S. Huerta y J. Girón, traducido por M. Manzano-Monís. Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.)

Colonnese, Fabio. 2023. *La Farnesina ai Baullari y el diseño de la arquitectura romana.* Roma: Artemide.

Conforti, Claudia. 2001. Antonio da Sangallo il Giovane: il profilo vasariano. En *All'ombra di "sa' gilio a celeri di Farnesi": atti della giornata di studio (Cellere, Chiesa di S. Egidio, 10 aprile 1999)*, editado por Eugenio Galdieri e Romualdo Luzi, 111–114. Cellere: Comune di Cellere.

D'Amelio, M. G., y Nicoletta Marconi. 2001. Tecniche costruttive nell'architettura di Antonio da Sangallo il Giovane. En *All'ombra di "sa' gilio a celeri di Farnesi: actas de la jornada de estudio (Cellere, Chiesa di S. Egidio, 10 aprile 1999)*, editado por Eugenio Galdieri y Romualdo Luzi, 147–161. Cellere: Comune di Cellere.

Del Pesco, Daniela. 2001. Oliviero Carafa e il Succorpo di San Gennaro nel Duomo di Napoli. En *Donato Bramante. Ricerche, proposte, riletture*, editado por Francesco Paolo Di Teodoro, 143–205. Urbino: Quattro Venti.

De L'Orme, P. 1561. *Traités d'architecture: Nouvelles Inventions pour bien bastir et à petit fraiz. Premier Tome de l'Architecture.* Paris.

De L'Orme, P. 1567. *Le premier tome de l'architecture de Philibert de L'Orme conseillier et aumosnier ordinaire du Roy, & abbé de S. Serge lez Angiers.* Paris, ed. 1568, 124–125.

Dressen, Angela. 2004. Oliviero Carafa committente all'antica nel Succorpo del Duomo di Napoli. *Römische Historische Mitteilungen* 46: 165–200.

Frommel, Christoph Luitpold. 1985. Scale maggiori dei palazzi romani del Rinascimento. En *L'escalier dans l'architecture de la Renaissance: actes du colloque tenu à Tours du 22 au 26 mai 1979*, 135–143. Paris: Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique.

Frommel, C. L. 1986. Giovanfrancesco da Sangallo architetto di Palazzo Balami-Galitzin. En *Antonio da Sangallo il Giovane – La vita e l'opera: atti del XXII Congresso di Storia dell'Architettura, Roma, 19–21 febbraio 1986*, editado por Gianfranco Spagnesi, 63–69. Roma: Centro Studi per la Storia dell'Architettura.

Frommel, Christoph Luitpold. 1995. Palazzo Farnese a Roma: l'architetto e il suo committente. *Annali di Architettura* 7: 7–18.

Frommel, Christoph Luitpold. 2002. *Il progetto di Sangallo per piazza Nicosia y una torre di Raffaello. Strenna dei Romanisti* 63: 265–293.

Frommel, Christoph Luitpold. 2011. Antonio da Sangallo il Giovane e i primi cinque anni della progettazione di Palazzo Farnese. *Annali di Architettura* 23: 37–58.

Günther, Hubertus. 2020. The French way of building in Rome: S. Agostino and SS. Trinità dei Monti. *Opus incertum*, N.S. 6: 34–53.

Itinerarium Urbis Romae. 1931. Editado por Enrico Bulletti. Roma: Pontificio Istituto di Archeologia Cristiana, p. 74.

Mandalà, Giuseppe, y Angela Scandaliato. 2015. Origini siciliane e fasti romani di Ferdinando Balami, archiatra pontificio, poeta e traduttore della prima metà del secolo XVI. *Sefer Yuhasin* 3: 125–185.

Milizia, Francesco. 1768. *Le Vite de' più celebri architetti d'ogni nazione e d'ogni tempo, precedute da un Saggio sopra l'architettura.* Roma. Terza edizione riveduta e ampliata, 1781: *Memorie degli architetti antichi e moderni.* Parma.

Nobile, Marco Rosario. 2016. *Architettura e costruzione in Italia meridionale (XVI-XVII secolo).* Palermo: Caracol.

Nobile, Marco Rosario, y Javier Ibáñez Fernández. 2014. *Unidad y diversidad en la arquitectura de la Corona de Aragón durante los siglos XIV y XV.* En *Un alma común. La arquitectura siculo-aragonesa*, editado por Luis Agustín, Aurelio Vallespín y Ricardo Santonja, 12–22. Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza.

Pagliara, Pier Nicola. 2002. Materiali, tecniche e strutture in architetture del primo Cinquecento. En *Storia dell'architettura italiana. Il primo Cinquecento*, editado por Arnaldo Bruschi, 522–545. Milano: Electa.

Palacios Gonzalo, J. C. 2003. *Trazas y cortes de cantería en el Renacimiento español*. 2.ª ed. Madrid: Fundación Antonio Camuñas. (1.ª ed., Madrid, 1990).

Poité, Philippe. 1996. *Philibert De L'Orme: Figures de la pensée constructive.* Marseille: Éditions Parenthèses, 23–25.

Quantinet, Augustin-Théophile. 2016. *Disegni di architetture romane di Augustin-Théophile Quantinet (Parigi, 1795–1867).* Catalogo a cargo de Alessandro Cremona. Roma: Paolo Antonacci, 50–51.

Rabasa Díaz, Enrique. 2000. *Forma y construcción en piedra: de la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX.* Madrid: Ediciones Akal, 302–324.

Ratto Vaquer, Olimpia. 2021. Note intorno alla cappella del Succorpo a Napoli, Giuliano da Sangallo e i Propilei di Atene. *Horti Hesperidum* 1: 141–172.

Rodrigo Gil de Hontañón. [ca. 1570]. Editado por Simón Garcia. 1681. *Compendio de architectura y simetría de los templos*. Salamanca: Manuscrito.

Roberto, Sebastiano. 2005. La fabbrica di S. Luigi dei Francesi: Jean de Chenevières e Antonio da Sangallo. En *San Luigi dei Francesi: la fabbrica di una chiesa nazionale nella Roma del '500*, editado por Sebastiano Roberto, François-Charles Uginet, y Maria Luisa Madonna, 23–55. Roma: Gangemi Editore.

Varagnoli, C. 1998–1999. Eredità cinquecentesca e apertura al nuovo nella costruzione di palazzo Mattei di Giove a Roma. *Annali di Architettura* 10–11: 322–334.

Vandelvira, A. de. [ca. 1575–1591]. *Libro de Traças de Cortes de Piedras*. Manuscrito, Biblioteca de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

Zaragozá Catalán, Arturo. 2019. Una catedral, una escuela: la arquitectura y la escultura valenciana del cuatrocientos a través de los maestros Dalmau, Baldomar y Compte. En *La Catedral de Valencia*, 13–60. València: Real Academia de San Carlos de Valencia.

Zaragozá Catalán, Arturo. 2021. Intercambios, invenciones y transferencias en la arquitectura gótica: tres ejemplos valencianos. En *Los vínculos del arte valenciano a lo largo de la historia*, pp. 7–41. València: Real Academia de Bellas Artes de San Carlos.

El oficio de paredero y la construcción en piedra seca en Alburquerque durante el siglo XX: la familia Bargón

Marina Bargón García

El ámbito territorial en el que desarrolló su actividad la familia de parederos objeto de estudio queda actualmente circunscrito al término municipal de Alburquerque (Badajoz, España). Aunque es probable que generaciones anteriores trabajaran también en otros municipios, este trabajo se centra en el análisis del espacio geográfico alburquerqueño con el objetivo de conocer las formas de trabajo y las metodologías seguidas por, al menos, las tres últimas generaciones de la saga.

Alburquerque es un término municipal de gran extensión, con aproximadamente 723 km², lo que lo sitúa entre los de mayor superficie de la provincia de Badajoz (Ayuntamiento de Alburquerque). Este territorio alberga numerosas fincas caracterizadas por la presencia dominante de encinas (*Quercus ilex*) y alcornoques (*Quercus suber*), configurando un paisaje plenamente identificable con la dehesa extremeña, entendida como un sistema agroforestal tradicional de elevado valor cultural y ambiental (Hernández Díaz-Ambrona 1995). Este paisaje se articula a partir de la combinación equilibrada de aprovechamientos ganaderos —con especial protagonismo del ovino y del porcino— junto a usos forestales y, en menor medida, agrícolas, dando lugar a una organización territorial basada en grandes extensiones abiertas, arbolado disperso y una topografía suavemente ondulada (Hernández Díaz-Ambrona 1995).

En este marco, la dehesa de Alburquerque debe entenderse tanto como espacio de explotación económica como paisaje cultural derivado de prácticas históricas sostenidas en el tiempo, en las que la técnica de la piedra seca ha desempeñado un papel fundamental como forma de adaptación al medio, de transformación equilibrada del territorio y como depósito de la memoria humana (Muñoz Muñoz & Checa y Olmos 2020; Gómez Pellón 2020). La organización del suelo, la delimitación de las fincas y la presencia de elementos constructivos tradicionales, como cercas y muros de piedra seca, resultan esenciales para la estructuración del paisaje y para la interpretación de su evolución histórica y patrimonial (Martínez García et al. 2021; Velázquez 2022; Universitat de Lleida 2025).

La extensión destinada al cultivo no es excesiva, ya que una de las actividades económicas más relevantes a lo largo del tiempo ha sido la ganadería ovina y porcina, tradicionalmente asociada al sistema de dehesa. Estos sistemas ganaderos se caracterizan por su carácter agrosilvopastoral extensivo y diversificado, integrando distintas especies adaptadas al aprovechamiento de los pastizales y condicionando de manera directa la configuración parcelaria y la organización del paisaje rural (Gaspar, 2009). De este modo, la necesidad de delimitar los espacios de pasto, proteger el ganado, organizar los usos del suelo y optimizar los recursos conforme a criterios de economía de medios y durabilidad ha favorecido el desarrollo de arquitecturas vernáculas rurales en las que la piedra seca actúa como infraestructura básica para la organización del paisaje productivo (Gómez Pellón 2020; Haro Gil y Sánchez Picón 2020;

Marina Bargón García – Universidad de Oviedo

Rapoport 1969), siendo la delimitación parcelaria un elemento clave para la gestión del territorio y la regulación de los usos ganaderos tradicionales (Campos y Martín 2013).

La técnica de la piedra seca constituye, así, uno de los legados etnográficos más extensos y representativos del territorio, fruto de una práctica constructiva desarrollada durante siglos e integrada en los paisajes rurales y en la vida cotidiana de las comunidades (Muñoz Muñoz & Checa y Olmos 2020). Su desarrollo responde tanto a la disponibilidad de piedra como a la ausencia histórica de otros materiales, a la necesidad de cerramientos duraderos y a la transmisión intergeneracional de un saber hacer profundamente arraigado, lo que permite comprenderla como patrimonio cultural inmaterial desde una perspectiva integral que interrelaciona conocimientos, prácticas sociales, paisaje y materialidad (Jiménez de Madariaga 2020; Majuelos Martínez y Arjona Garrido 2020). El resultado es un paisaje cultural característico en el que los muros de piedra seca trascienden su función práctica para integrarse plenamente en la identidad histórica, social y patrimonial del territorio, en consonancia con los criterios de valoración del patrimonio cultural inmaterial y del paisaje histórico establecidos por la UNESCO (UNESCO 2018a – Lista Representativa del PCI; UNESCO 2018b – decisión del Comité Intergubernamental).

Como resultado, la construcción en piedra seca se desarrolló de manera sistemática en el término municipal de Alburquerque, configurando parte esencial de su patrimonio y paisaje cultural y dando lugar a paisajes productivos hoy en parte abandonados o en ruinas, cuya lectura permite reconstruir los sistemas económicos y sociales que los hicieron posibles, tal como se ha observado en otros territorios donde la piedra seca fue clave en la configuración agraria (Bargón García & Plasencia Lozano 2021; Haro Gil & Sánchez Picón 2020). Sin embargo, muchas de las construcciones analizadas han sufrido un progresivo proceso de abandono y deterioro, fenómeno ya señalado en estudios previos sobre arquitectura tradicional en piedra seca, que advierten de la pérdida de funcionalidad de estas estructuras y de la ausencia de medidas sistemáticas de conservación y documentación, con consecuencias directas sobre la estabilidad y erosión del suelo (Giménez Font et al. 2019; Beltrán Trena 2000). Este proceso se inscribe en una crisis más amplia del patrimonio de la piedra seca, relacionada con la falta de relevo generacional, el despoblamiento rural y la introducción de nuevos materiales, factores ampliamente señalados por la bibliografía reciente (Muñoz Muñoz & Checa y Olmos 2020).

La sustitución de los cerramientos tradicionales por soluciones como la valla cinegética, de menor coste y rápida instalación, ha favorecido el abandono de los muros de piedra seca, en un contexto de pérdida funcional y resignificación del patrimonio vernáculo para el que no existen políticas eficaces de salvaguarda y continuidad (Jiménez de Madariaga 2020; Majuelos Martínez y Arjona Garrido 2020). A ello se suma el elevado coste del mantenimiento y la creciente dificultad para encontrar artesanos cualificados, lo que ha propiciado, en algunos casos, intervenciones inadecuadas desde el punto de vista constructivo y patrimonial, como la aplicación de morteros en la coronación de los muros, alterando los principios estructurales de la técnica y desvirtuando sus características esenciales.

Metodología

El objetivo de esta investigación es documentar una actividad que ha sustentado de manera decisiva la identidad histórica, cultural y territorial del municipio y de su paisaje, poniendo en valor una práctica constructiva tradicional profundamente vinculada al medio y a las formas de vida locales, y contribuyendo a su revalorización, conservación y adecuada transmisión. El trabajo se ha desarrollado desde un enfoque etnográfico y de historia oral, habitual en los estudios sobre piedra seca y oficios tradicionales, donde la voz de los parederos resulta esencial para la comprensión y salvaguardia del patrimonio, centrando el análisis en el ámbito rural de Alburquerque (Delgado Méndez 2020; Majuelos Martínez y Arjona Garrido 2020). Este enfoque se ha complementado con el análisis de las estructuras conservadas y el estudio cartográfico de las fincas en las que la familia Bargón desarrolló su actividad, permitiendo comprender de forma integrada los procesos constructivos y su contexto territorial (Jiménez de Madariaga 2020), así como superar las limitaciones derivadas de la irregularidad geométrica de estas construcciones mediante técnicas de registro adaptadas a su naturaleza constructiva (Rossi & Leserri 2013).

Las fuentes orales, obtenidas mediante entrevistas semiestructuradas realizadas por la autora a lo largo de la investigación, incluyen testimonios de Román Bargón Rodríguez y Antonio Bargón Rodríguez, de Josefa Gómez y Rita Márquez, esposas de ambos, y de Martín Bargón García y Juan José Bargón García, todos ellos fallecidos, así como de María Bargón García y de Martín Bargón Márquez, considerado el último paredero de la saga, formado desde edad temprana y apartado del oficio tras la emigración familiar a Madrid en la década de 1960. Estos testimonios se contrastaron con la observación directa de campo, el análisis tipológico y constructivo de los muros conservados y la revisión de documentación catastral y cartográfica, permitiendo verificar la localización de las fincas, delimitar los ámbitos de actuación y contextualizar las intervenciones documentadas. Las fincas fueron georreferenciadas en el sistema ETRS89 / UTM huso 29N, posibilitando su integración en sistemas de información geográfica (SIG) y cartografía histórica.

La saga Bargón

La familia formada por los distintos miembros varones apellidados Bargón que se dedicaron a la construcción de estructuras mediante la técnica de la piedra seca puede ser entendida como una auténtica saga de parederos, en la medida en que el oficio se transmitió de generación en generación, de padres a hijos, desde edades muy tempranas. Este proceso de aprendizaje se basaba fundamentalmente en la observación, la práctica continuada y la asimilación progresiva de un conocimiento técnico profundamente vinculado a la experiencia directa.

Cuando los niños alcanzaban aproximadamente los ocho o nueve años comenzaban a participar en las labores constructivas, inicialmente mediante pequeñas aportaciones acordes a su edad. Entre sus primeras tareas se encontraba la ayuda en el traslado, selección y clasificación de las piedras, una labor nada sencilla, ya que el tamaño, la forma y la naturaleza de cada pieza condicionaban de manera decisiva su colocación dentro de la estructura. Esta fase temprana resultaba fundamental para comprender la lógica constructiva de la piedra seca y para interiorizar los criterios técnicos que garantizaban la estabilidad y durabilidad de los muros.

En este sentido, la familia Bargón ha sido considerada una saga de parederos ampliamente reconocida en Alburquerque y su entorno, con una actividad continuada durante buena parte del siglo XX. Martín Bargón Vadillo, considerado el patriarca del linaje, fue quien consolidó el oficio familiar, al que se incorporaron posteriormente sus hijos Román Bargón Rodríguez y Antonio Bargón Rodríguez.

Martín Bargón Vadillo, natural de San Vicente de Alcántara, disponía de un pequeño volquete que facilitaba el transporte de la piedra necesaria para la construcción de los muros y llegó a trabajar para algunas de las familias más acomodadas de la zona. Entre sus contemporáneos y convecinos, Martín era especialmente conocido por su ingenio y simpatía, cualidades personales que, unidas a su destreza profesional, contribuyeron a proporcionarle una notable cantidad de encargos y a consolidar su prestigio dentro de la comunidad local.

Con todo, es probable que el origen de este linaje de parederos sea anterior a la figura de Martín Bargón Vadillo y que este aprendiera el oficio de su padre, siguiendo una dinámica habitual en la transmisión de los saberes constructivos tradicionales. No obstante, la ausencia de documentación escrita precisa obliga, por el momento, a plantear esta hipótesis con cautela. En la actualidad, la investigación continúa abierta, combinando fuentes orales, archivos locales y documentación histórica, con el objetivo de determinar con mayor exactitud el momento en que el apellido Bargón comenzó a desempeñar de forma continuada esta actividad y de reconstruir la genealogía profesional asociada a la práctica de la piedra seca en el ámbito de Alburquerque y su entorno.

Parederos: la terminología de una profesión

En lo que respecta a la terminología profesional, la investigación ha permitido constatar que el término empleado en esta área geográfica para designar a quienes ejercían este oficio era el de *paradero*. Así lo demuestra la documentación civil conservada, en particular la partida de nacimiento de Román Bargón Rodríguez, en la que su padre, Martín Bargón Vadillo, figura expresamente identificado con dicha denominación profesional. Este dato resulta determinante, ya que acredita el uso histórico y local del término en el ámbito de Alburquerque e impide adoptar otras de-

nominaciones propuestas por algunos autores, como *pareador*, que no se corresponden con la realidad lingüística ni profesional constatada en este territorio.

Por otro lado, la práctica de la construcción en piedra seca en Alburquerque debe situarse dentro del marco cultural y técnico propio de la zona rayana en la que se inscribe el municipio. Este saber constructivo ha estado tradicionalmente vinculado a los territorios fronterizos entre España y Portugal, donde la circulación de técnicas, conocimientos y mano de obra fue constante. En este contexto, no resulta extraño que a los hombres dedicados a estas construcciones se les conociera popularmente como *los portugueses*, al asumir una parte significativa de los trabajos y demostrar un notable dominio de la técnica (Martín Galindo, 2006). Esta conexión transfronteriza se ve reforzada por la similitud metodológica y tipológica entre las estructuras de piedra seca de Alburquerque y las documentadas en otros enclaves rayanos, como el área de Ajuda, lo que evidencia la existencia de un sustrato técnico común compartido a ambos lados de la frontera.

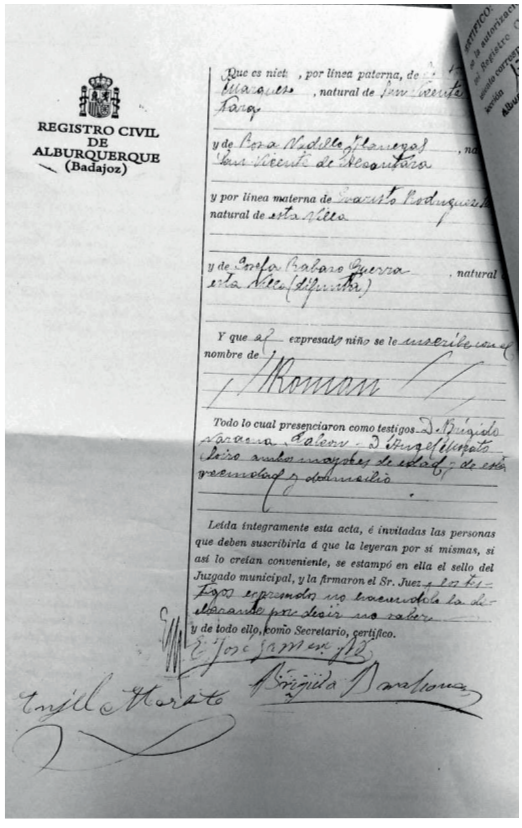

REGISTRO CIVIL DE ALBURQUERQUE (Badajoz)

Figura 1. Acta de nacimiento de Román Bargón con mención al oficio paterno de paredero

Geografía del oficio: las fincas intervenidas por la familia Bargón

Los principales ámbitos de trabajo documentados para la familia Bargón se localizan en diversas fincas de carácter agroganadero, donde la construcción de cerramientos mediante la técnica de la piedra seca resultaba imprescindible para el control del ganado y la correcta delimitación parcelaria. La mayoría de estas fincas se sitúan dentro de la provincia de Badajoz, con la excepción de Tejarejo, ubicada en la provincia de Cáceres; no obstante, pese a esta diferencia administrativa, todas ellas se mantienen relativamente próximas entre sí, conformando un conjunto territorial coherente y claramente delimitado. Esta proximidad espacial permite identificar un ámbito de actuación bien definido, correspondiente al territorio en el que la familia Bargón desarrolló de manera habitual su actividad profesional, facilitando la organización del trabajo y la transmisión de técnicas, soluciones constructivas y criterios estéticos comunes que contribuyeron a dotar de homogeneidad al paisaje resultante.

Entre todas ellas destaca la finca de Covacha, donde Martín Bargón Vadillo y sus hijos Román y Antonio trabajaron de forma continuada. Se trata de una propiedad de gran extensión, lo que implicaba desplazamientos significativos, incluso los domingos para asistir al culto en la capilla del cortijo, obligación impuesta para el ejercicio de su profesión. La gran longitud de los cerramientos ejecutados —que alcanza varios kilómetros— otorgó a la finca una identidad visual y constructiva muy definida, basada en la coherencia formal y técnica de la parcelación y en la notable unidad estética del conjunto.

Junto a Covacha, se documenta su intervención en la finca de Tejarejo, así como en Los Santiagos, un enclave especialmente relevante donde la obtención de la piedra condicionó el uso y la preservación de elementos patrimoniales preexistentes. Esta zona presenta una elevada densidad de restos arqueológi-

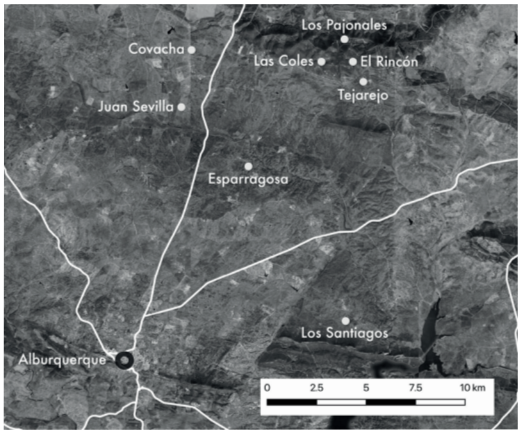


Figura 2. Localización de las principales fincas intervenidas por la familia Bargón, con indicación de sus coordenadas planimétricas (ETRS89 / UTM, huso 29N): Las Coles (X −766 877,19; Y 4 772 948,76), El Rincón (X −764 803,83; Y 4 772 934,36), Tejarejo (X −764 113,50; Y 4 771 621,80), Juan Sevilla (X −775 980,35; Y 4 769 949,74), Covacha (X −775 311,53; Y 4 773 702,32), Esparragosa (X −771 604,33; Y 4 766 010,84), Los Santiagos (X −765 283,95; Y 4 755 796,94) y Pajonales (X −765 406,36; Y 4 774 427,87).

cos, que abarcan desde manifestaciones prehistóricas y romanas hasta estructuras medievales, entre las que destaca una ermita cuyos orígenes podrían vincularse a procesos repoblacionales asentados sobre un sustrato histórico anterior.

Asimismo, se constata la actividad de los Bargón en las fincas de Las Coles, El Rincón, Esparragosa —uno de los últimos lugares en los que trabajaron conjuntamente Martín y Román—, Juan Sevilla y Pajonales. Todas ellas, dedicadas fundamentalmente a usos agroganaderos, requerían una intensa labor de cerramiento y organización del territorio mediante muros de piedra seca, constituyendo el principal ámbito de actuación de los parederos y evidenciando la estrecha relación entre esta técnica constructiva tradicional y la configuración histórica del paisaje rural de la zona.

Metodología y tipologías constructivas

Aunque la técnica de la piedra seca presenta variaciones locales, es posible identificar patrones tipológicos recurrentes en distintos espacios rurales españoles, ya que muchas soluciones formales responden a necesidades funcionales, adaptaciones al relieve y usos ganaderos similares a los observados en Alburquerque (Muñoz Muñoz & Checa y Olmos 2020). En el caso de la familia Bargón, las técnicas empleadas se inscriben plenamente en la tradición constructiva de la piedra seca, utilizando materiales locales obtenidos en el entorno inmediato, fundamentalmente pizarra y otros tipos de piedra en función de las formaciones geológicas presentes en cada finca. La construcción se realizaba mediante el apilamiento cuidadoso de las piezas, sin empleo de morteros salvo en casos muy concretos, como el uso de mortero de barro en portones o accesos, mientras que la cobija o capa superior de los muros se remataba con cal, otorgando a las paredes un característico tono blanquecino y una identidad formal reconocible dentro del paisaje de la finca.

En las paredes delimitadoras del territorio, el proceso constructivo comenzaba con una cuidadosa selección de las piedras destinadas a la base, de mayor tamaño y anchura, garantizando la correcta disposición de las hileras y la estabilidad del conjunto. Posteriormente, las piezas se intercalaban de manera estratégica para asegurar el equilibrio estructural, finalizando con una coronación cuidadosamente ejecutada. Entre las características comunes documentadas en los muros conservados destacan las coronaciones con piedras dispuestas en diagonal, solución que dificulta su desprendimiento por causas climáticas o por el tránsito de animales, así como un orden riguroso en la colocación del material, desde las pie-

Figura 3. Ejemplo de intervención y metodología en la finca Covacha

Figura 4. Estructuras vinculadas a la gestión del agua y del ganado, conservadas parcialmente en piedra seca

dras de mayor tamaño en la base hasta piezas medianas y ripio en el cuerpo del muro. Estas paredes mantienen, además, una altura relativamente constante, generalmente comprendida entre 1,10 y 1,50 metros, adaptándose puntualmente a la topografía del terreno y a irregularidades como afloramientos rocosos.

La capacidad productiva de los parederos de la familia Bargón era notable, pudiendo levantar entre cuatro y cinco metros lineales de muro al día en condiciones normales de trabajo. Este rendimiento evidencia tanto su destreza técnica y conocimiento del comportamiento de la piedra como la eficacia de una metodología basada en la experiencia acumulada, la correcta selección de materiales y la optimización de los tiempos de ejecución, garantizando la estabilidad, durabilidad e integración paisajística de los muros.

Junto a los cerramientos, se documenta la construcción de estructuras auxiliares vinculadas a la gestión del agua, como pequeños aliviaderos en regatos o tipologías integradas en los propios muros, concebidas para retener el ganado y permitir el paso del agua sin provocar daños estructurales. Asimismo, se constata la ejecución de corrales y recintos ganaderos, generalmente de planta circular y mayor altura que los muros parcelarios, siempre siguiendo el mismo esquema compositivo y constructivo, lo que aseguraba su resistencia y perdurabilidad en el tiempo.

La jornada laboral del paredero: tiempos, tareas y condiciones

El horario de trabajo de un paredero se organizaba en función de la luz natural y de las condiciones climáticas, dando lugar a jornadas prolongadas que se extendían habitualmente de sol a sol. La jornada comenzaba a primera hora de la mañana con el desplazamiento desde el lugar de pernocta —que podía variar entre un chozo y una vivienda habilitada en la finca— hasta el punto concreto de trabajo, recorriendo en muchos casos largas distancias. A continuación, se procedía a la preparación del material y de las herramientas necesarias, prestando especial atención a la selección y clasificación de las piedras según su tamaño y tipología, reservando las de mayor entidad para las partes estructurales y acumulando las más pequeñas para su uso como ripio. El trabajo se desarrollaba de forma continua, alternando el transporte y la colocación de la piedra, en un proceso que exigía un esfuerzo físico constante y un contacto directo y prolongado con el entorno natural.

Durante las horas centrales del día, especialmente en los meses de mayor calor, se realizaba una breve pausa para la comida y el descanso, que en ocasiones incluía una corta siesta. Tras esta interrupción, la actividad se reanudaba de inmediato; en este sentido, Román Bargón controlaba el tiempo mediante su re-

loj y marcaba el momento exacto de volver al trabajo, garantizando el aprovechamiento máximo de la jornada. El desarrollo cotidiano de la labor requería el uso imprescindible de animales de carga para el transporte de la piedra y de las herramientas, como los burros Medalla y Chico, que permitían salvar las distancias y dificultades del terreno. A lo largo del día, los paredero combinaban la construcción con tareas auxiliares, como la extracción y el picado de la pizarra, su humectación previa y la preparación de las piezas para su correcta colocación.

La jornada finalizaba con la caída de la luz natural, lo que hacía que el ritmo de trabajo variase entre el invierno y el verano en función de la duración del día. Las inclemencias meteorológicas condicionaban igualmente la actividad, aunque, salvo en circunstancias especialmente adversas, el trabajo solía mantenerse debido a la necesidad económica de concluir las ejecuciones acordadas para poder percibir el jornal. En este contexto de trabajo continuo al aire libre no faltaban los riesgos asociados al medio, como ilustran diversas anécdotas conservadas en la memoria oral, que ponen de manifiesto los peligros inherentes al oficio y la resistencia física y capacidad de adaptación de los paredero.

Este ritmo cotidiano se inscribía en una economía de subsistencia rural, caracterizada por jornales modestos y una alimentación sencilla, consumida generalmente en el propio lugar de trabajo. La repetición continuada de estas jornadas, unida a la transmisión familiar del oficio, permitió la consolidación de un saber técnico especializado y evidencia las duras condiciones materiales y físicas que acompañaban al ejercicio del oficio de paredero. Estas condiciones de trabajo permiten entender esta actividad no solo como una práctica productiva, sino como una manifestación significativa del patrimonio cultural inmaterial del territorio, en la que la repetición de gestos, técnicas y rutinas diarias configuró un saber hacer colectivo estrechamente vinculado al paisaje y a las formas de vida rurales, reforzando la necesidad de su documentación, valoración y preservación.

Conclusiones

El estudio del territorio de Alburquerque a partir de la actividad de la familia Bargón permite profundizar en el ejercicio del oficio de paredero, poniendo de manifiesto la estrecha relación entre el medio físico, el sistema productivo de la dehesa y la práctica cotidiana de la construcción en piedra seca. La extensión del término municipal, su orientación agroganadera y la disponibilidad de recursos pétreos condicionaron la generalización de esta técnica constructiva, así como la organización del trabajo, la selección de materiales y la resolución de las necesidades de delimitación y gestión del territorio. En este sentido, los muros de piedra seca se revelan como el resultado de una práctica profesional especializada, eficaz y sostenible, decisiva en la configuración histórica del paisaje.

La familia Bargón constituye un caso de estudio singular que permite reconstruir desde dentro la transmisión y el ejercicio del oficio de paredero. La continuidad generacional, la amplitud espacial de sus intervenciones y la coherencia técnica de las estructuras ejecutadas permiten identificarlos como una auténtica saga profesional, cuya actividad dejó una huella reconocible en el paisaje rural de Alburquerque y su entorno. Una de las principales aportaciones de esta investigación reside en el análisis de sus metodologías de trabajo, de la organización de las jornadas, del rendimiento diario y de las soluciones constructivas empleadas, aspectos escasamente abordados en estudios centrados exclusivamente en el análisis formal o tipológico de la piedra seca.

El análisis del día a día del oficio aporta, asimismo, una visión renovada sobre las condiciones materiales, sociales y económicas que definieron la práctica profesional del paredero, caracterizada por jornadas prolongadas, dependencia de la luz natural y del clima, movilidad constante y riesgos inherentes al trabajo al aire libre. La memoria oral se configura como la fuente principal para reconstruir estas dinámicas laborales y para poner en valor un conocimiento técnico transmitido de forma práctica y familiar, que constituye uno de los pilares fundamentales de la piedra seca como patrimonio cultural inmaterial.

Este trabajo pone de relieve la situación de fragilidad que afecta en la actualidad tanto a las construcciones de piedra seca como al oficio que las hizo posibles, subrayando la necesidad de documentar y transmitir estos saberes tradicionales por su valor cultural e identitario y por los beneficios ambientales y territoriales que la técnica sigue ofreciendo (Acosta Trujillo 2022). La sustitución de los cerramientos tradicionales por nuevos materiales, la pérdida de mano

Figura 5. Evidencias de desmontajes y pérdidas de muros de piedra seca realizados por la familia Bargón

de obra especializada y la proliferación de intervenciones inadecuadas están acelerando su deterioro y descontextualización funcional y cultural, una dinámica ampliamente señalada en los procesos recientes de patrimonialización de la piedra seca (Jiménez de Madariaga 2020).

Frente a este escenario, la principal aportación de la investigación reside en la documentación integral del ejercicio profesional del paredero, partiendo de la premisa de que la conservación de la piedra seca no puede limitarse a la preservación material de los muros, sino que debe incorporar el registro y la transmisión de los saberes, las técnicas y las formas de vida asociadas, entendidas como elementos centrales del patrimonio cultural del territorio. Esta perspectiva se alinea con planteamientos que subrayan la centralidad de los parederos y de los valores socioculturales vinculados a la técnica, así como la necesidad de articular estrategias de salvaguardia que trasciendan el reconocimiento institucional y apuesten por su resignificación social y cultural (Delgado Méndez 2020; Majuelos Martínez y Arjona Garrido 2020; Muñoz Muñoz & Checa y Olmos 2020).

Asimismo, esta situación obliga a reflexionar sobre el futuro de unos paisajes culturales cuya conservación resulta especialmente compleja tras la desaparición de las prácticas productivas que les dieron sentido, pero que continúan actuando como archivos territoriales de la memoria colectiva. La degradación de las estructuras de piedra seca no constituye únicamente una pérdida patrimonial, sino también un desafío ambiental de primer orden para los territorios rurales históricamente aterrazados (Gómez Pellón 2020; Giménez Font et al. 2019).

Lista de referencias

Acosta Trujillo, Raúl. 2022. El arte de la piedra seca en Canarias. En *II Simposio de Patrimonio Cultural ICOMOS España* (Cartagena, 17–19 de noviembre de 2022). Valencia: Universitat Politècnica deValència. https://doi.org/10.4995/icomos2022.2022.15414.

Arellano Velázquez, Silvia L. 2022. La declaración patrimonial de los muros de piedra seca: Análisis de la puesta en valor del patrimonio inmaterial en el Valle de los Pedroches (Córdoba, España). *Revista Internacional de Turismo, Empresa y Territorio* 6 (2): 176–191. https://doi.org/10.21071/riturem.v6i2.15355.

Ayuntamiento de Alburquerque. *Datos territoriales y municipales*. S. f. https://www.alburquerque.es.

Bargón García, Marina, y Pablo Plasencia Lozano. 2021. Alburquerque y su entorno, un ejemplo de paisaje cultural de ruinas: Aplicación de nuevas tecnologías a la pervivencia de su memoria. En *Intervenciones en la ciudad y el territorio: Del patrimonio en su diversidad al paisaje cultural*, 205–228. Cáceres: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura.

Beltrán Trena, Miguel Ángel. 2000. Arquitectura en piedra seca en el Maestrazgo. *Temas de Antropología Aragonesa* 10: 77–92.

Delgado Méndez, Antonio. La técnica de la piedra seca en Andalucía como patrimonio cultural inmaterial de la humanidad: Fundamentos, formularios, compromisos y participación. *Gazeta de Antropología* 36(1), art. 05.

Gaspar, Pedro. 2009. Sustainability in Spanish Extensive Farms (Dehesas). *Rangeland Ecology & Management* 62 (2). https://journals.uair.arizona.edu/index.php/jrm/article/download/19928/19553.

Giménez Font, Pablo, José Antonio Marco Molina, Antonio Padilla Blanco, y Ángel Sánchez Pardo. 2019. El desmantelamiento de las terrazas de piedra seca como desafío ambiental. En *X Trobada Pedra Seca. L'art de la pedra seca, patrimoni de la humanitat*, 272–278. El Pinós: Ajuntament del Pinós / APSAT.

Gómez Pellón, Eloy. 2020. El paisaje cultural de los Montes de Pas: Cuando la piedra es la memoria del tiempo. *Gazeta de Antropología* 36 (1), art. 08.

Haro Gil, María Dolores, y Antonio Sánchez Picón. 2020. La uva de Almería: Un cultivo comercial que construyó un paisaje agrario en la montaña mediterránea (siglos XIX y XX). *Gazeta de Antropología* 36 (1), art. 03.

Hernández Díaz-Ambrona, Carlos Gregorio. 1995. La dehesa extremeña: En un entorno natural claramente hostil. *Agricultura: Revista Agropecuaria* 750: 37–41.

Jiménez de Madariaga, Celeste. 2020. Construir en piedra seca: Salvaguardar el patrimonio cultural inmaterial." *Gazeta de Antropología* 36 (1), art. 04. Universidad de Granada. https://hdl.handle.net/10481/63254.

Majuelos Martínez, Francisco, y Ángel Arjona Garrido. 2020. Valores socioculturales de la construcción en piedra seca: Nuevas resignificaciones para su salvaguardia a la luz de sus portadores. *Gazeta de Antropología* 36 (1), art. 01. https://doi.org/10.30827/Digibug.63251.

Martínez García, Rafael, María Tristán Richarte, Isabel Picó Ledesma, Begoña Guilló Soler, y Juan Aniorte Pérez (eds). 2021. *Las buenas prácticas en la gestión del patrimonio: Actas del Encuentro de Patrimonio Mundial (Elche, 2019)*. Elche: Proyecto Pusol.

Muñoz Muñoz, Juan Antonio, y Francisco Checa y Olmos. 2020. Presentación: Pasado, presente y futuro de la piedra seca. *Gazeta de Antropología* 36 (1). https://hdl.handle.net/10481/63746.

— Análisis tipológico de las construcciones tradicionales de piedra seca en Almería (España). 2020. *Gazeta de Antropología* 36 (1). Universidad de Granada.

Rossi, Giulia, y Marco Leserri. 2013. Arquitecturas de piedra seca, un levantamiento problemático. *EGA. Expresión Gráfica Arquitectónica* 22: 184–195. https://doi.org/10.4995/ega.2013.1532.

UNESCO. 2018. *Arte de la construcción en piedra seca, conocimientos y técnicas*. Lista Representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad. https://ich.unesco.org/es/RL/arte-de-la-construccion-en-piedra-seca-conocimientos-y-tecnicas-02106.

— 2018. *Decision 13.COM 10.B.10 Art of Dry Stone Walling, Knowledge and Techniques*. Comité Intergubernamental para la Salvaguardia del PCI. https://ich.unesco.org/en/decisions/13.COM/10.B.10.

Universitat de Lleida. 2025. *L'art i la tècnica de la pedra seca: Teoria i pràctica*. Curso universitario, Universitat d'Estiu de la Universitat de Lleida. https://www.udl.cat/ca/organs/vicerectors/vrec/Agenda/Curs-Lart-i-la-tecnica-de-la-pedra-seca-teoria-i-practica.

Las puertas de la muralla de Burgos. Una aproximación histórico-constructiva

Rosa Bellido Pla
Ana Escobar González

Durante muchos años Burgos fue un prototipo de ciudad amurallada, aunque han desaparecido muchos tramos de las murallas. Llegó a contar con más de una docena de puertas de las que solo se conserva en pie la mitad y que han sufrido múltiples transformaciones a lo largo del tiempo. Se trata de construcciones singulares, muy diferentes entre sí, que se abrieron en diferentes momentos históricos entre los siglos XIII y XIX para responder a distintas necesidades: defensa, abastecimiento, comercio o incluso meras funciones de representación.

Hay escasos estudios publicados sobre estos elementos y además han sido realizados con un enfoque histórico, artístico o divulgativo, en su mayor parte centrados en las más monumentales de Santa María y de San Esteban, sin abordar los aspectos estructurales, el análisis de los materiales o los sistemas constructivos de todo el conjunto.

Se plantean en este estudio varios interrogantes, tanto sobre las puertas que se conservan como sobre las que han desaparecido. Se documenta y reflexiona sobre cómo fueron estas construcciones, sus transformaciones y su estado actual. Se rastrean los restos de las puertas desaparecidas, a veces solo una huella en la traza urbana actual. Cómo influyó su ubicación y uso en su conservación. Se contemplan también aspectos sociales que afectaron a las decisiones constructivas, desde el recelo de los habitantes frente al coste del mantenimiento hasta los problemas de uso por la estrechez de los arcos para el paso de carretas y más tarde de automóviles. Al deterioro debido al paso del tiempo se suman hundimientos provocados por avenidas del río, los desperfectos debidos a conflictos bélicos y daños por vandalismo o reutilización de materiales. También la transformación urbana de la ciudad que ha visto desaparecer parte de la muralla.

Analizar la evolución constructiva de cada una de las puertas nos puede ayudar a entender además los procesos globales de transformación de las murallas a lo largo del tiempo y por tanto a conocer mejor la historia de la ciudad.

Devenir histórico y constructivo de la muralla

En algunos estudios sobre los orígenes de la muralla de Burgos se plantea la existencia de una o varias cercas perdidas anteriores a la del siglo XIII que se habrían extendido sucesivamente a modo de abanico con centro en el cerro del castillo, mientras en otros se destaca la falta de vestigios arqueológicos suficientes que la sustenten. Solo un tramo de muralla descubierto en la Plaza de Santo Domingo de Guzmán en 2004 en paralelo a la esgueva de la Moneda (Aratikos 2004, 30) corroboraría el tercer estadio de la hipótesis de Martín Benito (2000, 153), pero no han sido localizadas otras huellas.

Se considera el año 1276 como una fecha importante de referencia documental en la construcción de la muralla por una cédula en la que el rey Alfonso X

Rosa Bellido Pla – Universidad de Valladolid; Ana Escobar González

apoyaba las obras para fortalecer la villa que había comenzado a ejecutar el Concejo burgalés (AMBu HI-2914). Entre los siglos XIII y XV se fue configurando una muralla medieval construida básicamente en piedra caliza, de construcción unitaria sin zócalos, almenada y con torres semicirculares equidistantes entre sí.

En algunos puntos del trazado se conservan hoy fábricas de piedra arenisca de cronología imprecisa, puede que en algún caso reutilizadas, pero en todo caso identificables como materiales correspondientes a una fase primigenia. Estas observaciones estratigráficas son coherentes con algunos textos que mencionan torres y puertas antes de la misiva alfonsina, como en una escritura de 1253 conservada en el Archivo catedralicio donde se indica la residencia de un vecino de Burgos «in uarrio de sant esteuan, in puerta mayor de la uilla», primera mención documentada del arco de San Esteban (Ballesteros 1942, 4).

Burgos constituye un inicio y fin de etapa del Camino de Santiago, elemento esencial para el desarrollo urbano de la ciudad. También son cruciales el relieve, con fuertes desniveles desde el Cerro del castillo hasta las orillas del río Arlanzón, y las corrientes de agua, que mantuvieron una singular relación con la muralla. Hubo inundaciones que llegaron a provocar grandes desperfectos. Además del río Arlanzón como límite sur de la muralla, los ríos Pico y Vena acometían sobre el sector norte, las esguevas atravesaban la cerca para entrar y volvían a hacerlo para salir por el sur y desembocar en el río. Según Ibáñez (1990, 35) la ciudad llegó a contar con 45 puentes antes de cubrirse estos cauces.

Tras una fase de desarrollo a partir de la segunda mitad del siglo XIII, tuvo lugar en el siglo XVI una tercera etapa centrada en la monumentalización y ornato de los accesos. Posteriormente, aunque durante la Guerra de Independencia y las guerras carlistas en el siglo XIX se incorporaron refuerzos, principalmente en el cerro del castillo y su entorno, dió comienzo una etapa de enajenación y destrucción progresiva de la muralla que se prolongó hasta finales del siglo XX.

Las puertas

Se abrían en la muralla dos tipos de entradas a la ciudad: puertas con dimensión suficiente para permitir el paso de vehículos, antiguamente carros, y portillos como accesos básicamente peatonales. Se conservan hoy en pie el portillo de los Judíos y cinco de las puertas: San Martín, Santa María, San Juan, San Gil y San Esteban. El contorno de la muralla pudo alcanzar 3.380 metros y en distintos momentos no simultáneos de su historia llegó a contar con 15 entradas y 33 torres. Hay autores que afirman que la muralla llegó a tener hasta 97 torres (Yzquierdo 2009, 21) pero se debe tener en cuenta que la fortificación contaba con una barbacana.

A continuación, se realiza una breve descripción histórico-constructiva de cada entrada, siguiendo el recorrido de la muralla en sentido contrario a las agujas del reloj partiendo de la puerta A, situada al oeste (figura 1).

Figura 1. Plano donde se enumeran las puertas existentes (marcadas con un círculo) y las desaparecidas, con los antiguos cursos de agua y el Camino de Santiago señalado con línea de trazos (Bellido 2018)

A. Arco de San Martín

También llamado Puerta de Reinosa o del Concejo, se empleaba originalmente como entrada a la ciudad de las comitivas reales, aunque se encontraba en mal estado en 1603 y Felipe III accedió ya a través del Arco de Santa María (AMBu LA -134).

Constructivamente, presenta un arco de herradura en un paño de la misma altura que los lienzos a ambos lados, flanqueado, solo en el lado exterior, por dos torres de planta semicircular con mayor resalte que el resto de las torres de la muralla. El muro se regruesa

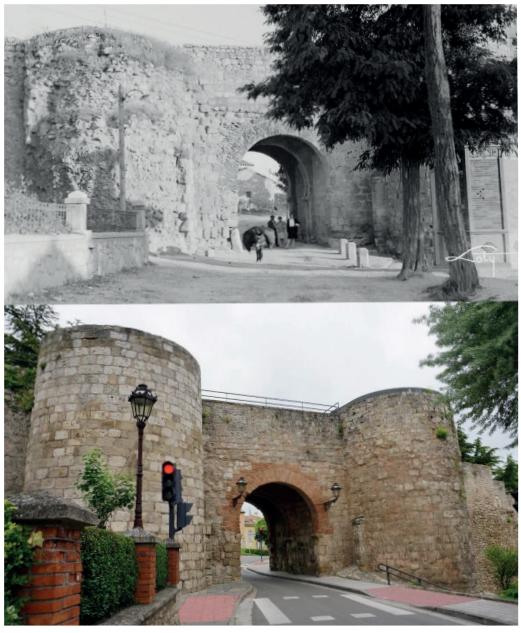


Figura 2. Vista extramuros del Arco de San Martin (1927-1936) IPCE: Loty 04160 y poco antes de su peatonalización (Bellido 2018)

entre las dos torres, de modo que la profundidad del paso abovedado coincide aparentemente con el espesor de la murallapero es mucho mayor, con 7,15 metros, y permite albergar algunos elementos de defensa. Además de un rastrillo central, el paso se defendía mediante dos puertas (de las que se conservan las ranguas), que abrían cada una en una dirección.

Hay numerosos documentos en los que se describe el mal estado de la construcción y las obras acometidas a lo largo del tiempo. Se realizaron recalces sucesivos, uno en 1828 en cuya memoria se puntualizaba que se había hecho ya tres años antes y que la coronación se repasaba todos los años (AMBu, 22-370).

Si comparamos imágenes de principios del siglo XX se aprecia el gran deterioro de las fábricas de uno de los cubos (figura 2), que serían posteriormente revestidas con sillares.

En 1984 Díaz Moreno restaura la cara exterior de todo el tramo de muralla entre la calle Eduardo Martínez del Campo y el Arco de San Martín, quedando el arco prácticamente abandonado. En abril de 1998 los alumnos-trabajadores de la Escuela Taller «Ciudad de Burgos» limpian la zona superior del Arco, retirando una capa vegetal y escombro, con un proyecto firmado por el arquitecto técnico Alberto Sánchez García. El Arco se cubre con geotextil, zahorras compactadas, solera de hormigón armado de 15cm y un pavimento de 8-10cm de piedra caliza de Carcedo (AMBu AD-7215/7).

A nivel constructivo, podemos señalar que, a pesar de la homogeneidad actual, fruto de la intervención de 1984, quedan algunos sillares de arenisca de gran módulo en ambos lados. En el muro interior del lateral sur de la Puerta de San Martín se aprecian dos pequeños restos de paramento de arenisca, situados a ambos lados de la puerta por la que se accede actualmente a las estancias interiores del Arco y también hay arenisca en la base de los tres arcos de herradura sucesivos. La torre sur conserva más sillares de arenisca roja, con otros de caliza.

La rosca del arco de herradura y la bóveda son de ladrillo macizo. En el muro sobre el arco hay restos de encintado con verdugada de una hilada de ladrillo y mampuesto de caliza bastante regular.

Uno de los pocos textos o científicos recientes relativos a la muralla es el artículo de arqueología sobre las puertas de San Juan y San Martín (Alonso, Jiménez y Ponce 2024), donde se confirma la tesis del arqueólogo David Valle en los «Estudios previos básicos de la muralla de Burgos» (Bellido 2018), definiendo al menos tres fases constructivas en el arco corroboradas mediante el análisis de morteros de cal de los distintos cuerpos de fábrica: base de cimentación del cubo norte, estructura cuadrangular adosada e intradós del arco central.

B. Portillo de los judíos

También llamado de doña Lambra o de la suicida, el arco sirve hoy de acceso a los jardines privados de varios edificios de viviendas y se cierra con una reja. Fue tapiado por seguridad antes de las Cortes de Castilla en 1392. Se solicitó su apertura en 1925 pero no se abrió hasta 1973.

Es un arco rebajado, aunque en la documentación histórica habitualmente se describe y representa apuntado (López Mata 1952, 8), construido con sillares de caliza blanca y claramente posterior a la obra original del lienzo, pero también de época medieval. En la zona de tránsito hay un cosido entre dos fábricas, una de mampostería y la otra de sillería caliza.

C. Postigo de los Tintes, del Hierro o de los Hierros (desaparecido)

No parecen quedar restos del postigo desaparecido en 1889 al demoler un tramo de muralla para abrir la calle de la Ronda que, aunque no se refleja en documentos gráficos históricos, sí se menciona en referencias escritas. Se llamó de los tintes por ser inmediata a los cobertizos de tintes y lavaderos de las lanas (García Rámila 1940, 401-402).

En un plano de 1913 Gil representa una posible traza de la muralla en la que sitúa esta puerta justo en el punto donde desaparece actualmente el lienzo, pero según las descripciones documentales podemos suponer que se situaba un poco más hacia el oeste, pasado el quiebro.

D. Puerta de Santa Gadea, de Barrantes o Postigo de Santa Águeda (desaparecida)

Se puede apreciar la Puerta de Santa Gadea, entre dos torres, en la maqueta de ciudad amurallada (figura 3) que sostiene la figura del ángel custodio en el retablo de la catedral, de la segunda mitad del siglo XVI.

Crespo (2007, 394) la menciona no como puerta sino como «postigo de Santa Águeda, que estuvo cerrado entre los años 1439 y 1476».

Uno de los interesantísimos planos que elaboró Mariano Moreno a mediados del siglo XIX, que reflejan de forma verosímil el estado de la muralla en 1852 (figura 4) representaba todo un lienzo sin torres con un puentecillo frente a la entrada de Santa Gadea sobre la esgueva de Trascorrales, que atravesaba aguas abajo la muralla tras un quiebro de ésta en planta.

Figura 3. Detalle de la maqueta del ángel custodio del retablo (https://www.archiburgos.es)

Gil (1913) conoció la puerta, demolida en 1870, como un arco ojival sin ningún ornato de acuerdo a la descripción de Madoz (1845-50, 581), sin torres a los lados y con una verja de madera «como un peine a medio cerrar».

E. Puerta de carros del colegio de San Jerónimo (desaparecida)

Esta puerta que aparece en algunos planos históricos no era medieval, sino más bien un acceso que se practicó en la muralla para acceder a dicho colegio, posiblemente ya en la etapa moderna o incluso contemporánea.

F. Puerta Arco de Santa María

Con una ubicación estratégica, defensiva, el acceso por el puente de Yuso hacia la Catedral, de la que toma el nombre, estaba en obras en 1268 y se concluyó en el siglo XIV. Entre 1536 y 1553 se monumentaliza incorporando una fachada de caliza de Hontoria a modo de arco triunfal encastillado, como un retablo con esculturas de personajes alojados en hornacinas.

González de Santiago (1989, 293) describe como en origen se planeó levantar un arco conmemorativo exento separado de la torre, con trazas y modelo de Vigarny, pero tras problemas con la cimentación se decidió adosarlo.

Constructivamente, el edificio, de planta cuadrada (figura 5), conserva una fachada intramuros muy sobria con un gran arco de paso ojival y un cuerpo volado sobre ménsulas de madera. Se ha empleado como sede del Regimiento, dependencias municipales, museo y archivo. Se llegaron a instalar tiendas adosadas a ambos lados de su pasaje abovedado, derribadas en 1877 para restaurar la decoración pictórica del siglo XVII (AMBu 18-661).

El viajero Esteban de Silhouette afirmaba en su breve descripción de Burgos hacia 1730: «una de las puertas de la ciudad está adornada de varias estatuas de reyes, colocadas en nichos dorados, pero esa puerta es aplastada y de mal gusto» (García Mercadal 1999, 640).

El edificio ha mantenido su importancia para la ciudad a lo largo del tiempo, convirtiéndose en un

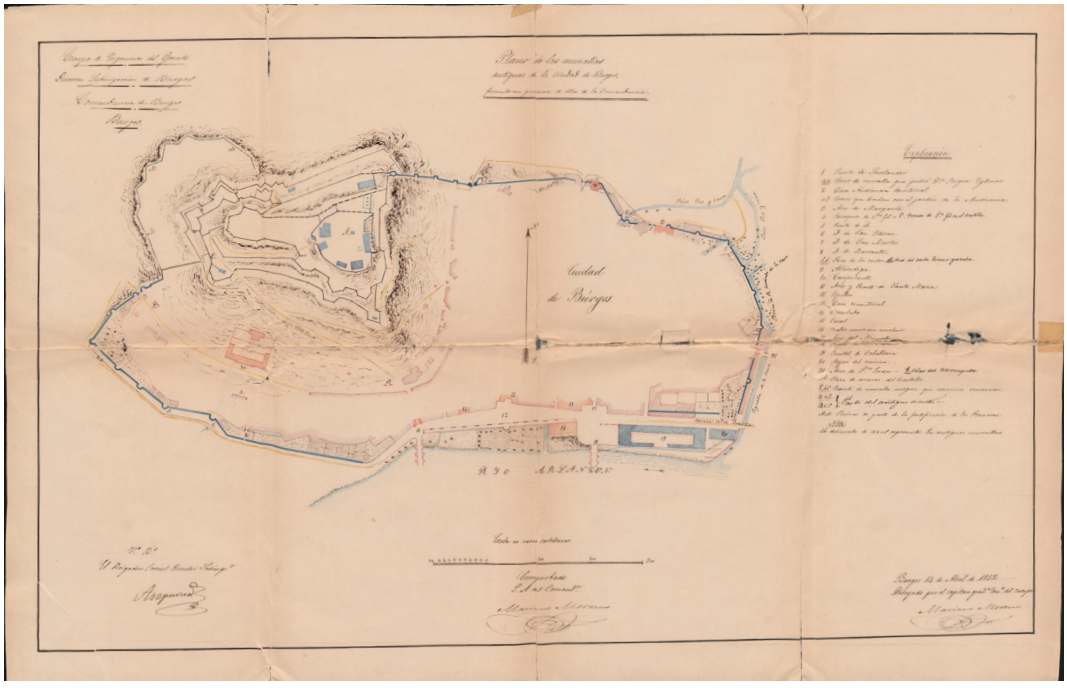


Figura 4. Plano de 1852 de Mariano Moreno (AGM Carpeta 40, Plano 414)

icono e interviniéndose numerosas veces para repararlo y para embellecerlo durante celebraciones.

En 1968 Arenillas sustituyó la cubierta colocando cerchas metálicas sobre un zuncho de hormigón. En 1985 Alcázar realizó reparaciones estructurales en el interior, atirantando vigas de madera del cuerpo superior volado. También se reteja y restaura la fachada y el arco de paso de piedra. En el proyecto describe la reposición de sillares que repica hasta 20cm en la base con piedra de Carcedo, Ibeas de Juarros o procedente de derribos (AGA: 26/01571; IPCE: C-802). En 1986 Zapater acomete una rehabilitación integral para adecuarlo como museo y en 1994 Escribano instala un ascensor, restaurando la fachada con piedra de Hontoria fijada con piezas de acero inoxidable y resina.

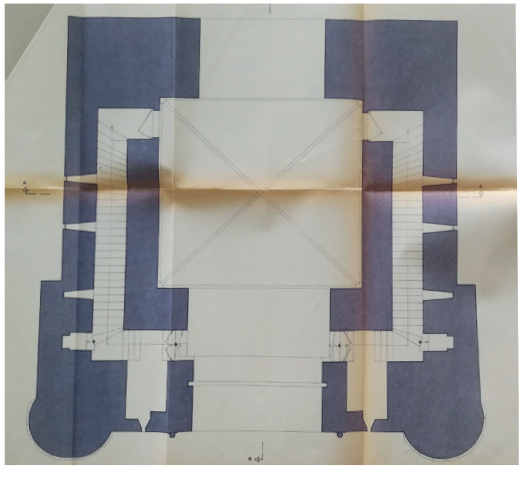


Figura 5. Detalle de plano de planta del Arco de Santa María, Alcazar en 1980 (IPCE C-802)

G. Puerta de las Carretas o del Mirador (desaparecida)

Se situaba donde encontramos hoy el edificio del Ayuntamiento y daba acceso de mercancías a lo que fue el Mercado Menor. Desplomada en gran parte tras una riada en el siglo XVI, se estableció una 1583 sisa sobre el vino para financiar su reconstruccion (AMBu 18-4189) que se remató en 1584. Un edifi-

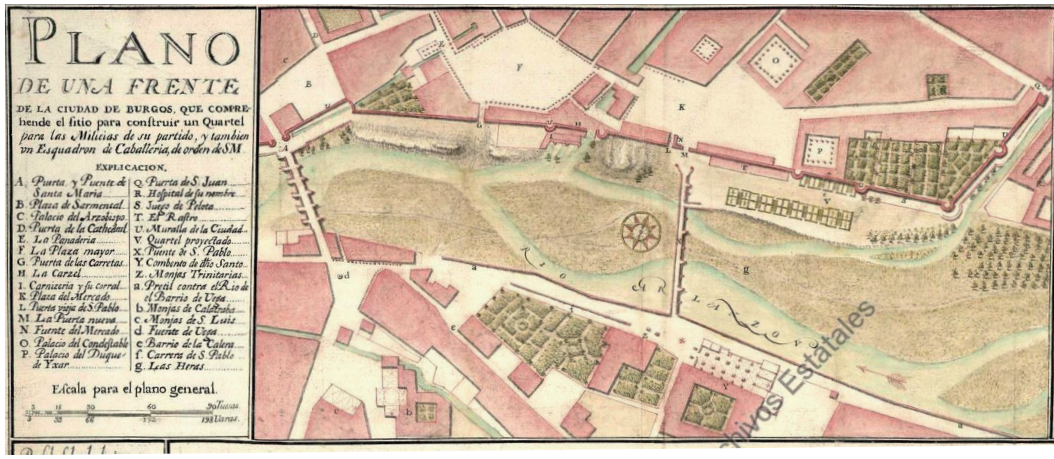


Figura 6. Detalle del Plano de Bernardo Lana de 1737 (AGS 00434)

cio sobre ella alojó dependencias municipales hasta su ruina en el siglo XVIII. Se derribó y construyó en su lugar el actual edificio con proyecto de Ventura Rodriguez y dirección de González de Lara en 1791.

H. Puerta de la cárcel (desaparecida)

El plano de 1737 de Bernardo Lana que se conserva en el Archivo General de Simancas (figura 6) representa el cuadrante sudeste de la liza con tal precisión que incluye el detalle del quiebro en lo que hoy es la calle Rey San Fernando. En este plano aparecen además del Arco de Santa María, los de Carretas, la puerta Vieja de San Pablo, la Nueva y un paso abierto en la muralla al recinto de la cárcel.

I. Puerta Vieja de San Pablo o de Comparada y J. Puerta nueva de San Pablo, del Mercado, de Suso o de Predicadores (desaparecidas).

Frente al puente de San Pablo se abría la Puerta de San Pablo, de acceso al desaparecido convento dominico. En 1367 los ingleses exigieron su entrega como garantía de un pago a Pedro I, con valor estratégico por su cercanía la Casa del Cordón, alojamiento frecuente de los reyes. Torre y arco se hundieron en 1573. Se demuele y dan condiciones para levantar al lado la nueva puerta en 1772, en las que se indica que se hará con piedra de Cubillo del Campo sobre zócalo de piedra del páramo (AMBu 18-75). Arco de medio punto de estilo neoclásico con la imagen en una hornacina de la Virgen del Rosario que ahora forma parte de la fuente frente a la catedral, fue demolido en 1864.

K. Arco tabicado intramuros

Cerca de la Puerta de San Juan hay un doble arco de ladrillo sobre jambas de caliza, cegado en cara interior, sobre el que se carece de referencias históricas.

L. Puerta de San Juan

Se accedía al Arco de San Juan, entrada a la ciudad por el Camino de Santiago, tras cruzar un puente sobre el río Vena. Algunos autores la consideran la más antigua, denominada Puerta Vieja ya en 1255 (López Mata 1952, 234). Según estudios arqueológicos recientes «la muralla es el primer evento constructivo que se produce en este solar, la cual penetra en los niveles geológicos de terraza fluvial, de tal forma que alcanza una cota máxima de -2,97 m respecto a la rasante actual» (Alonso-Fernández 2024). Algunos autores suponen que en origen pudo contar con dos torres cuadradas al estilo de la de San Esteban, pero en un plano hacia 1600 se representa sin ellas, como un prisma exento (figura 7).

Figura 7. Puerta de san Juan, punto de entrada del camino de Santiago a la ciudad. Plano hacia 1600 (AMBu C072) y detalle

En 1563 fue reconstruida por los maestros Martín Ochoa de Arteaga y Simón de Bueras (Ibáñez 1990, 55), ocupados los laterales por comercios y sustituida la torre en altura por un edificio de viviendas de tres plantas, según se representa en el «Plano de una casa que inta construir Dn. Vitoriano Garcia sobre el arco de Sn. Juan de esta ciudad» de 1846 (AMBu Expediente 17-326), incorporándose posteriormente grandes galerías acristaladas en ambas fachadas. El edificio se fue deteriorando hasta que entre 1976 y 1981 se reforzó con estructura metálica sustituyendo forjados, carpinterías e instalaciones. Tras una nueva etapa sin uso, se saneaba adoptando su aspecto actual en 2009. Las transformaciones recientes han desvirtuado el carácter histórico, recreando el acceso de paso abovedado con dos arcos en los extremos del profundo pasaje de la puerta.

M. Puerta de Santander o de San Ildefonso (desaparecida)

La puerta de Santander se levantó entre 1837 y 1840 para controlar las mercancías procedentes de un camino recién construido de Burgos a Bercedo (Cadiñanos 1981, 62]. Aunque no se conservan restos, los planos de Mariano Moreno de 1848 (figura 6) permiten ubicarla con bastante precisión, apreciar que no contaba con torres a los lados del arco y que se accedía a la misma por el Camino de Santander a través de un paso sobre el río que lamía la cara nordeste de la muralla.

N. Puerta Margarita (desaparecida)

Se levantó en 1605, sufragada mediante diversas sisas al vino y a la carne. Fue descrita por Isidro Gil (1913): «era de piedra bien labrada, de muy sencilla construcción. El arco, de gran anchura y altura proporcionada, trazaba al voltear un medio punto perfecto y servía de clave una piedra con su resalto moldurado. Un friso y una cornisa, sin adornos ni accidentes, coronaba el paramento, extendiéndose como remate en toda la línea de su anchura un frontón triangular muy poco elevado».

Se consolida en 1672 tras un temporal que la daña en 1642 y de nuevo se repara en 1783, con varios informes que describen fallos de ejecución y mala calidad de los materiales tanto originales «salitrosos» como los nuevos (AMBu 18-78).

En 1841 es cerrada por los militares, al tiempo que abren la Puerta de Santander (AMBu 15-396). En 1852 se mantenía operativa durante el día (AMBu 22-921) y finalmente se ordenó en 1863 su demolición «por utilidad pública, ornato y mal estado» (AMBu 22-566).

Ñ. Arco de San Gil o Texeda

Edificio propiedad del Ayuntamiento, situado en el centro de la cara norte de la muralla, aloja la sede de un grupo de danzas regionales. Se trata de una construcción resuelta con muros de mampostería en torno

Figura 8. Fotografías de las fachadas extramuros e intramuros del Arco de San Gil

a un arco de paso de medio punto de sillería caliza. El enlace entre ambos materiales es irregular y muestra una compleja sucesión de intervenciones y reformas a lo largo del tiempo, con la macla de un volumen esviado. Hay marcas de cantero en el acceso. Parte de un paramento extramuros en parte baja es de sillares de arenisca. El recinto diáfano sobre el arco cuenta con tres ventanas en la cara extramuros y dos intramuros, con una adicional sobre la puerta de entrada al edificio, en la prolongación del muro lateral oeste del paso (figura 8).

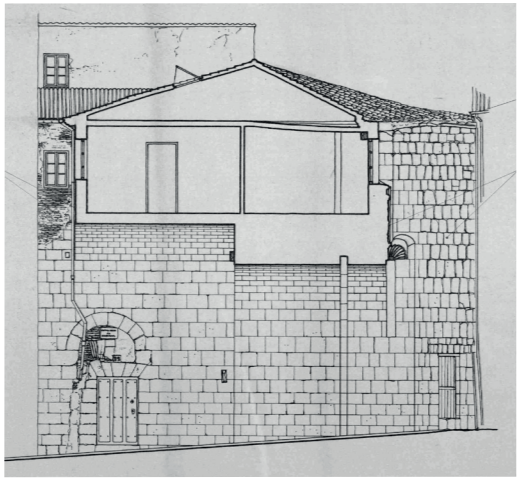


Figura 9. Sección transversal del Arco de San Gil, Iglesias en 1976 (IPCE: Planoteca)

En 1284 hallamos referencia en el Becerro a la Portam Sancti Egidii. En 1453 la torre del Arco de San Gil ya servia de carcel y «en 1536 llovían quejas y reclamaciones sobre su estrechez y angostura, lo cual dificultaba la entrada de la carretería y mulatería» (López Mata 1952, 230). Aunque en la memoria del proyecto de 1978 Ana Iglesias afirma que no llegaron a realizarse las obras de ampliación del arco en el siglo XVI, otros autores afirman que se derribaron en 1538 casas que lindaban con la puerta y que en 1550 se rehizo el arco para ensancharla y facilitar la entrada de mercancías, cortando incluso los voladizos de otras viviendas próximas (Ibañez 1990, 54-55).

Esta zona de la muralla era dañada con frecuencia por las avenidas. Constan numerosas reparaciones y cambios que la han ido modificando a través de los años, como el permiso de apertura de una portada solicitada por un inquilino de la vivienda sobre el arco arrendada en 1834 (AMBu, sign. 17-376). El interior del edificio actual fue completamente remodelado en 1976, incorporando una estructura metálica.

O. Puerta de San Esteban

Se trata de una de las puertas del lado norte de las murallas, en la parte más alta de la zona urbanizada a

Figura 10. Postal del Arco de San esteban que muestra su estado a principios del siglo XX (AMBu FO-28469)

los pies del cerro del castillo. Consta de un cuerpo central con una bóveda de paso de medio punto rematada por arcos de herradura y flanqueada por dos torres laterales prismáticas a ambos lados, enrasadas intramuros con los lienzos de muralla adyacentes. Los muros son de mampostería, con hiladas de ladrillo aplantillado (por encima de la clave en la fachada sur y a partir de la línea de imposta del arco en la norte), con el que se resuelve también el contorno de los arcos y las esquinas de las torres.

El paso, con más de 6 m. de profundidad, cuenta con un doble arco interior con espacio para alojar el rastrillo. Hay seis ventanas con arcos de medio punto de ladrillo en la fachada intramuros, hacia el sur. Un contrafuerte en el encuentro entre el cuerpo central y la torre oeste ya aparece en un grabado de 1877 (AMBu FO-25532).

«La primitiva altura de las torres tan sólo llegaba a la imposta donde arranca lo añadido, y por las ménsulas en que se apoyaban las barbacanas que se ornamentan con bolas o cascabeles característicos de los Reyes Católicos, que puede hacernos pensar que corresponde al siglo XV. El cuerpo alto, lo elevado de las torres, y el añadido al muro central que les une, donde se ha imitado el aparejo con verdugadas de ladrillo, es de menor espesor que el muro bajo, sin argamasa visible al exterior y acuñados sus sillarejos con lanchuela. Corresponde la reconstrucción a seis hiladas con aspilleras abiertas al parecer muy posteriormente, sin regularidad ni revestimiento alguno. Todos los huecos del cuerpo alto tienen sus arcos de medio punto o alguno ligeramente apuntado, mientras que en el bajo son de herradura. La escalera que da acceso a la parte alta de la puerta se cubre con falsa bóveda de ladrillo que pertenece a la ampliación llevada a cabo en el siglo XV» (Pereda 2008).

En algunos documentos, como el pliego de construcción de la barbacana de 1372, se menciona como veedores al alarife Mahomad de Lerma, que según algunos autores pudo intervenir en la puerta, y a su suegro Icaf (Hergueta 1927; Martínez Burgos 1950).

En 1532 se encontraba destejada y abierta y en 1551 se acuerda derribar todos los retretes que están adosados a la muralla y puerta de San Esteban (AMBu LA-84). A lo largo del siglo XX se encontraba abandonada y sin cubrición, sufriendo desprendimientos y vandalismo (figura 10).

En la memoria de un proyecto de 1980 Alcázar indica que la escalera de tres tramos de subida desde el paso, rematada con bóvedas de ladrillo piramidales escalonadas, se encontraba cegada y procedió a abrirla incorporando una reja de protección, cerrando un hueco que la comunicaba con la bóveda de paso del arco. Cubrió las torres con estructura metálica.

En 1995 se reacondicionó el edificio para su uso como Escuela Taller, con nuevas carpinterías y escaleras de madera.

Q. Puerta del Castillo o Corazas (desaparecida)

No quedan restos de la puerta norte cercana al castillo. En 1791 se menciona la puerta de las Corazas como ubicación del pudridero de la ciudad (García Rámila 1940, 401).

R. Puerta de San Miguel (desaparecida)

En el Plan de Chateau de Burgos 1812 se señala una "porte de St Michel" que no aparece mencionada en ningún documento previo. Posiblemente esté vinculada a las obras de refuerzo que realizaron los franceses durante los años de la Guerra de la Independencia y debió desaparecer junto con buena parte de las defensas a raíz de la destrucción provocada durante su retirada. No se vuelve a mencionar dicha puerta en ningún otro plano.

S. Puerta de los Ferros (desaparecida)

Durante unas excavaciones arqueológicas efectuadas en 2008 en la calle Muralla se localizaron restos relacionados con la puerta de los ferros (STC: AA-359/2007-120/6).

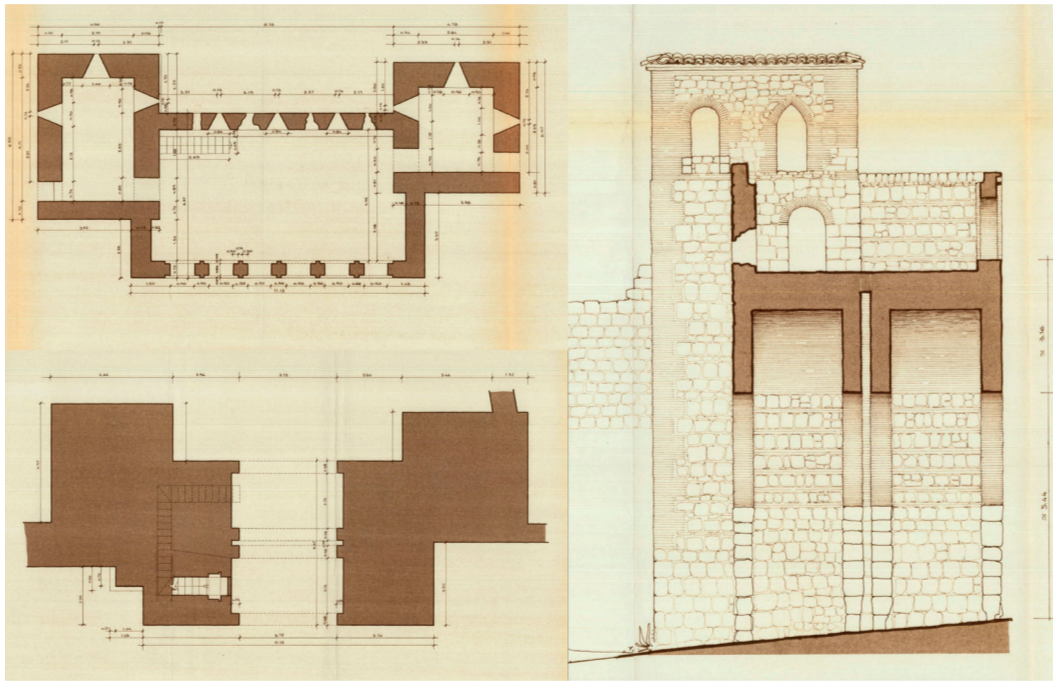


Figura 11. Plantas y sección del Arco de San Esteban en 1979, Gloria Alcázar (AGA, IPCE)

Aproximación histórico-constructiva

El análisis de las puertas se puede abordar con enfoques muy distintos y diferentes escalas, desde el estudio microscópico de los materiales que las conforman y su puesta en obra hasta la relación con la trama urbana de su entorno. Las cinco puertas que se conservan en pie presentan características formales muy diferentes, salvo un denominador común básico: el arco de paso en torno a cinco metros de altura. Ni siquiera todas las puertas cuentan con torres a ambos lados o simetría en su composición.

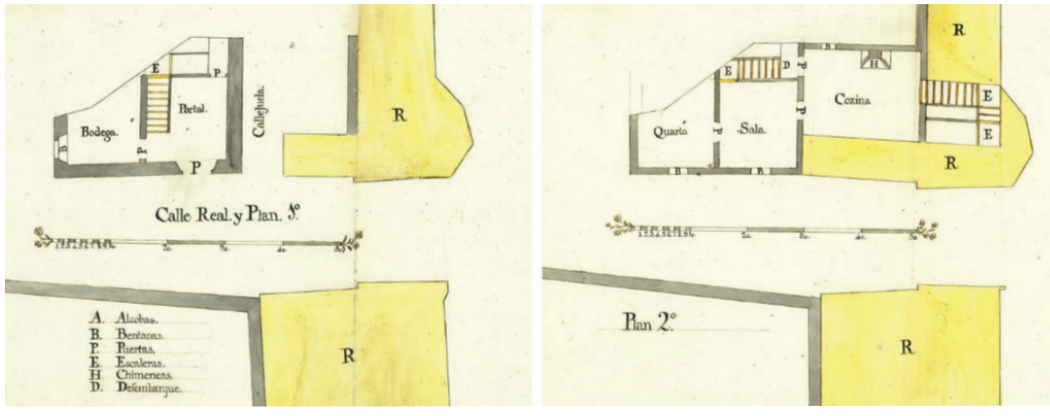


Figura 12. Planos del arquitecto Manuel Baztigueta de plantas baja y segunda de la vivienda en el Arco de San Gil en 1773 (AMBu 18-361)

Trazado urbano en relación con las puertas

En la ciudad de Burgos se delimitan dos estructuras urbanas diferenciadas en relación con las puertas (figura1). Una concéntrica en torno al cerro del castillo y adaptándose a la ladera, que nos conduce de forma más o menos radial hacia las puertas actuales de San Martin, Santa María, San Gil y San Esteban, dando salida hacia los caminos y puentes situados extramuros. La otra estructura urbana se focaliza en lo que fue arrabal de san Juan, delimitado por el río, cuya puerta está situada en el recorrido de los peregrinos del camino de Santiagotras el cruce del puente.

«La muralla no hizo de Burgos una ciudad porque ya lo era con anterioridad», a diferencia de otras ciudades donde es el contorno de la muralla el que determina la disposición del viario urbano, las puertas se abrieron en los sitios donde terminaban ya calles y empezaban caminos en el exterior, sin alterar la red existente (Crespo 2007, 401).

Uso y Función

El carácter defensivo de las puertas convivió con su funcionalidad como herramienta fiscal mediante portazgos y evolucionó con la monumentalización del siglo XVI, el caso más evidente en la Puerta de Santa María. Cada puerta articulaba un flujo de entrada y salida específico, de mercancías desde y hacia los puertos del norte por San Gil, carros del mercado en San Pablo o lanas por el portillo de los Tintes. El recorrido de los peregrinos por el Camino de Santiago entraba por el Arco de San Juan y salía por el de San Martin en sentido contrario a la entrada institucional establecida de los reyes a la ciudad hasta el siglo XVI. El portillo cerca del cubo de Doña Lambra era la salida desde la Judería. Desde la moreria usaban solo una puerta a la huerta y «cuando abrieron otra hacia las calles de los cristianos se la hizo cerrar el rey» (Salvá 1914).

Los cuerpos superiores de las puertas tuvieron usos variados, desde sedes del concejo y del regimiento hasta vivienda (figura 12), cárcel o museo, y también los espacios a ambos lados de los arcos, que sirvieron históricamente como cuerpo de guardia, aunque también albergaron, en algunos casos, comercios.

Otros aspectos sociales influyeron en las decisiones constructivas, desde el recelo de los habitantes frente al coste del mantenimiento hasta los problemas de uso por la estrechez de los arcos para el paso de carretas y más tarde de automóviles. Recientemente se ha peatonalizado, por ejemplo, el Arco de San Martín según se proponía en los Estudios previos, a pesar de la oposición vecinal.

Proceso histórico y transformaciones

El proceso histórico de cada una de las puertas analizadas en el apartado anterior está marcado por las transformaciones y necesidades de cada momento. Desde su origen medieval con las dataciones entre los siglos XIII y XV, con la función y uso originario, cada una de las puertas de la muralla ha seguido un proceso de transformación que ha dejado su huella constructiva en los cortes de fábrica que aún podemos observar.

Algunos estudios afirman que varias puertas se levantaron en el siglo XVI sustituyendo a otras previas, por ejemplo, ya se menciona una puerta existente en un documento de 1284 cuando Juan de Vallejo construye la de San Gil entre 1536 y 1570. También se considera que San Martín sustituyó a otra obra anterior, de la que subsisten algunas piezas de arenisca, y que el edificio de Santa María actual se empezó a construir en 1537 donde hubo una edificación previa en ese punto en 1257 llamada Torre de la Puente de Yuso. En realidad, la obra de monumentalización del Arco de Santa María del siglo XVI se adosa, según se ha explicado, a una construcción anterior, a modo de retablo de piedra en contraste con la sobriedad de la fachada intramuros. Varias puertas se encontraban en muy mal estado a finales del siglo XVI: inutilizada la reja y quebrantados los arcos de San Martín, destechadas las torres de San Esteban. El proceso de modernización de la ciudad conllevó la demolición de varios tramos de muralla y de sus puertas, quedando la huella del trazado embutida con las nuevas edificaciones, como en el tramo sur entre las puertas de Santa María y San Juan. Excepto en San Martín, donde no se conserva el cuerpo superior, en Santa María, San Gil y San Esteban se disponen amplias salas de equipamiento. En el caso del Arco de San Juan se construyó, por el contrario, un edificio nuevo de viviendas.

La «capacidad de representación las convierte en elementos a los que añadir decoraciones, adornos o modificaciones que hablan de distintas épocas. Al final, las puertas son los elementos más modificados en un recinto amurallado, donde mayor cantidad de soluciones constructivas se acumulan, donde se añaden escudos o se modifican volúmenes para adaptarlos a nuevas corrientes. Los lienzos de muralla no incorporan esos cambios, son menos protagonistas y acaban demolidos o fagocitados por la nueva edificación, pero no se utilizan como objeto de propaganda, por lo que conservan técnicas originales de construcción» (Sainz 2017, 379-380).

Geometría y métrica

Si comparamos la configuración de las cinco puertas que se conservan, podemos observar que todas tienen arcos de paso directo, recto y abovedado. El hueco hasta la clave está en torno a los cinco metros de altura (entre 4,5 y 5,3) y la anchura de paso varía entre el arco de herradura más estrecho de San Esteban de 3,6 metros, hasta los más de seis metros del arco de medio punto de Santa María.

En el esquema siguiente se pueden comparar visualmente las dimensiones de las cinco puertas existentes, entre las que destaca la monumentalidad de la de Santa María; observar las dos torres laterales extramuros que se conservan en algunas; así como la diferencia entre las fachadas intradós y extradós de cada una de ellas.

Es habitual en las puertas de murallas medievales la disposición de dos torres flanqueando el acceso (Sainz 2017, 210-211). En este caso, la configuración de paso directo abierto en un lienzo de la altura de los adyacentes, flanqueado por dos torres semicirculares, parece ser la que se pudo disponer, además de San Martín, en la desaparecida puerta de Carretas, si atendemos al plano de Bernardo Lana, así como en algunas de las aberturas de desagüe para el paso de las esguevas. Los cuerpos superiores de las puertas son construcciones huecas con estancias vivideras en su interior y exteriormente dotadas de un conjunto de elementos más decorativos que realmente eficaces desde el punto de vista militar, que les confieren un carácter más simbólico que defensivo, como las aspilleras extramuros o los arcos intramuros de San Esteban. Desde el punto de vista de la poliorcética, se trata de unas defensas muy elementales y de escasa entidad para la defensa de la ciudad, centrada en la propia muralla como barrera y las puertas con las torres y rastrillos.

Fases, materiales y sistemas constructivos

En cuanto a la evolución constructiva, se clasificó en los Estudios Previos Básicos de 2018 una fase primigenia, antes de la segunda mitad del siglo XIII, a la que correspondería por ejemplo el cuerpo de la torre de Doña Lambra y restos de fábricas localizados en las puertas de San Martín, San Gil y San Esteban. Se caracteriza por el empleo de piedra arenisca con grandes sillares.

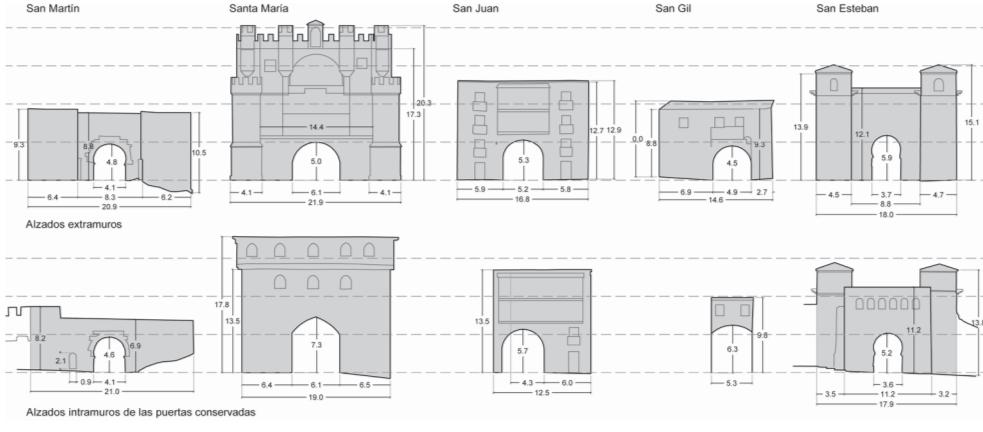


Figura 13. Alzados esquemáticos extramuros e intramuros de las puertas conservadas, elaborados a partir de información cortesía del Ayuntamiento de Burgos

Figura 14. Fotografía de la fachada de sillería caliza extramuros del Arco de Santa María

Fue sucedida por una segunda fase ejecutada con piedra caliza blanca a finales del siglo XIII y en el XV; típica de casi todo lo construido en el resto de la ciudad. La tercera fase produjo la monumentalización de los accesos de San Gil, San Juan y Sta María, con ornamentación en sillería de caliza blanca de gran calidad en el siglo XVI. Una cuarta fase correspondería a obras de refuerzo durante la Guerra de la Independencia y la quinta al proceso final tanto de destrucción como de reparaciones puntuales modernas.

En las puertas encontramos tres tipos de fábrica: sillería, mampostería y ladrillo. Una sillería caliza de tamaño medio, entre 30 y 40cm con una altura de hiladas bastante homogéneas, por ejemplo, en San Martín, y otra más grande, con aristas mejor definidas, fruto de las actuaciones del siglo XVI, entre 40 y 60cm en San Gil y Santa María.

El ladrillo en las puertas de San Martín y San Esteban se emplea para conformar los arcos de herradura y en el encintado con mampuesto de las zonas sobre éstos. Se emplea en fases posteriores ladrillo en cuerpos superiores recrecidos, como el de San Gil y en el de San Esteban, donde también se refuerzan las esquinas con encadenados.

Conclusiones

La evolución constructiva de la muralla sigue siendo objeto de debate entre los especialistas, que han propuesto distintas interpretaciones, a veces contradictorias, sobre su desarrollo.

Tras el análisis histórico y constructivo de las puertas de la muralla de Burgos se pueden extraer algunas conclusiones:

Resulta especialmente valiosa la documentación gráfica de los planos y fotografías históricas recopilados, previos a las últimas intervenciones de transformación y restauración, ya que aportan información sobre la configuración anterior de las puertas.

A nivel urbano las puertas se sitúan en los caminos de llegada a la ciudad, construidas rectas, sin quiebros y en profundidad, lo que permitía el control del acceso desde los habitáculos laterales y con los rastrillos de los que disponían, sin elementos poliorcéticos destacables. La monumentalización producida en el siglo XVI además contribuyó a reafirmar el caracter representativo frente al defensivo y fiscal que pudo tener en etapas anteriores.

Las características constructivas en relación a los materiales confirman el uso mayoritario de sillería caliza tanto en los paramentos verticales, como en arcos y bóvedas de Santa María y San Gil. Hay restos de sillería arenisca de mayor dimensión y cronología anterior, deducida por su localización, como se aprecia en la fachada de san Gil. También se ha utilizado el ladrillo alterno con la caliza en las puertas de San Esteban y de San Martín.

Los procesos de transformación y renovación a lo largo del tiempo han dejado huella en la lectura constructiva de cada una de las puertas, abriendo camino a las investigaciones futuras.

Agradecimientos

Para elaborar este estudio se ha utilizado la documentación recopilada por el equipo multidisciplinar redactor de los «Estudios previos básicos de la muralla de Burgos» encargados por el Ayuntamiento en 2018, del que formaron parte además José Manuel Rodríguez Montañés, David Gallego Valle, Cristina Peña Ruiz y Miguel Ángel Martín Blanco.

Lista de referencias

Alonso-Fernández, Carmen; Jiménez-Echevarría, Javier y Ponce-Antón, Graciela. 2024. Entrar y salir de la ciudad

medieval: datos arqueológicos sobre las puertas de San Juan y San Martín de Burgos y su muralla. *Arqueología Y Territorio Medieval*, 31. e8638.

Aratikos Arqueólogos S.L. 2004. *Informe técnico: Trabajos de excavación y seguimiento arqueológico en la Plaza de Santo Domingo de Guzmán / Pasaje Entremercados en Burgos (inédito)*.

Ballesteros Beretta, Antonio. 1942. Datos para la topografía del Burgos medieval, en *Boletin de la Comisión Provincial de Monumentos Históricos y Artísticos de Burgos.*

Bellido Pla, Rosa et al. 2018. *Estudios previos básicos para el diagnóstico de la muralla de Burgos* (inédito).

Benito Martín, Félix. 2000. *La formación de la ciudad medieval*. Universidad de Valladolid.

Cadiñanos, Inocencio. 1981. La Plaza Fuerte de Burgos desde 1813, hasta nuestros días. *Revista de Historia Militar*, nº 51, Madrid.

Crespo, Javier. 2007. *La evolución del espacio urbano de Burgos durante la Edad Media*. Burgos: Editorial Dossoles.

García Mercadal, José. 1999. *Viajes de extranjeros por España y Portugal. Desde los tiempos más remotos hasta comienzos del siglo XX. vol. IV. Junta de Castilla y León.*

García Rámila, Ismal. 1940. Estudio topográfico-histórico del Burgos de los pasados siglos. *Boletín de la Comisión Provincial de Monumentos Históricos y Artísticos de Burgos*, nº 70

Gil, Isidro. 1913. *Memorias históricas de Burgos y su provincia. Con noticias de la antigua arquitectura militar de esta comarca y de sus fortalezas, castillos y torres defensivas* Burgos: Imprenta de Segundo Fournier.

González de Santiago, Ignacio. 1989. El Arco de Santa María en Burgos en *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología*, LV.

Hergueta y Martín, Domingo. 1927. El castillo y las murallas de Burgos en *Boletín de la Comisión de Monumentos de Burgos*, nº 20 y 21.

Martínez Burgos, Matias. 1950. El siglo de oro de Burgos en *Boletín de la Comisión Provincial de Monumentos y de la Institución Fernán González de la ciudad de Burgos*.

Ibáñez, Alberto C. 1990. *Burgos y los burgaleses en el siglo XVI*. Burgos: Ayuntamiento de Burgos

López Mata, Teófilo. 1952. *Geografía urbana burgalesa en los siglos XV y XVI*. Burgos: Ayuntamiento de Burgos.

Madoz, Pascual. 1845-50. Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de Ultramar. Tomo IV: Burgos. Madrid: Establecimiento tipográfico de P. Madoz y L. Sagasti (Copia digital. Valladolid: Junta de Castilla y León).

Pereda, Ángela. 2008. *Memorias de los arcos de San Gil y San Esteban en el Área de Rehabilitación Integral del Centro Histórico de Burgos*. Inédito.

Melcon, Francisco [1665] y García Rámila, Ismael (comentarios). 1954. Historia de Burgos en verso, en *Boletín de la Institución Fernán González*. 4º trim. Año 33, n 129.

Sainz, Alicia. 2017. *Las murallas en las Comunidades de Villa y Tierra de la Diócesis de Segovia en los siglos XI a XIII. Técnica y sistemas constructivos de la arquitectura defensiva medieval.* Tesis doctoral.

Yzquierdo Perrín, Rafael. 2009. *Murallas y puertas de Burgos*. Bilbao: Ediciones Beta III milenio.

Los ingenieros del Ferrocarril Mexicano en la transferencia de conocimientos en la construcción

Dirk Bühler

Para construir el Ferrocarril Mexicano, que se inició en 1837 y concluyó en 1873, fue necesaria la intervención de una gran diversidad de actores. Conocemos bien a los empresarios, inversionistas y políticos que participaron en el proyecto. Sin embargo, todavía sabemos muy poco sobre los ingenieros responsables de la construcción y su legado tecnológico, que transformó la teoría y la práctica de la construcción e impulsó el uso del hierro en la construcción en México. La valoración de esta aportación se puede llevar a cabo tomando en cuenta su preparación y trayectoria profesional.

Las fases de construcción y sus ingenieros

La planificación del Ferrocarril Mexicano, iniciada por Francisco Arrillaga en 1837, no se llevó a cabo hasta finales de 1842, cuando la compañía constructora de Antonio de Garay comenzó las obras de una línea de vía única de 11,5 km entre Veracruz y la estación de El Molino. Bajo la dirección del comerciante y transportista francés José Faure y, más tarde, con el apoyo del teniente coronel Manuel Robles, el topógrafo José Ollivier midió la ruta. (Womack 2010, 16) La construcción fue dirigida por técnicos belgas, que también trajeron la primera locomotora desde su país. El británico John Laurie Rickards, del que no tenemos más información, dirigió las obras del siguiente tramo, de 4 km, entre octubre de 1853 y diciembre de 1854, hasta La Tejería.

En 1855 el estadounidense Robert B. Gorsuch (1826-1906) fue contratado por los hermanos Mosso para planificar y supervisar la construcción de una línea entre la Ciudad de México y la Villa de Guadalupe. Esta vía, de 5 km de longitud, se inauguró el 4 de julio de 1857. Los componentes constructivos y la locomotora se compraron en Gran Bretaña y Estados Unidos. (Fig. 1).

En 1857 los nuevos concesionarios, los hermanos Escandón, consiguieron la colaboración del ya famoso ingeniero civil Andrew Talcott (1797-1890) para su proyecto durante una visita a Washington. Junto con otros cuarenta ingenieros estadounidenses, Talcott midió por primera vez la ruta completa entre Veracruz y la Ciudad de México entre enero y junio de 1858.

Durante la intervención francesa en México (1861-1867), el equipo de Talcott trabajó a partir de 1863 en paralelo, pero en diferentes tramos, con un equipo francés de ingenieros dirigido por el ingeniero militar de puentes y caminos Charles de Sansac. Al inicio del periodo de Maximiliano I como emperador de México, en 1862, se fundó en Londres la Compañía del Ferrocarril Imperial Mexicano, que no solo financió el proyecto, sino que también encargó al contratista británico Smith, Knight and Co. (Padilla, 2016, p. 62), la contratación de ingenieros civiles para la obra. La presencia del ingeniero William Lloyd (1822-1905) en este elenco británico marcó esta

Dirk Bühler – Deutsches Museum, München

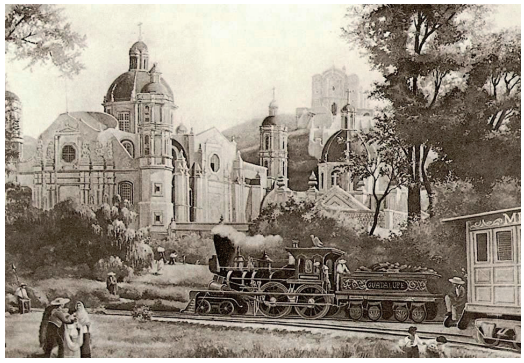


Figura 1. Grabado anónimo de la llegada del tren a la Basílica de Guadalupe basado en la pintura al óleo de Luis Coto de 1859, propiedad del Instituto Nacional de Bellas Artes de México. (www.pinterest.com.mx)

época, contribuyendo significativamente al desarrollo y la innovación en el campo de la ingeniería y la tecnología.

Tras el restablecimiento de la república por parte de Benito Juárez (1806-1872) en 1867, Andrew Talcott regresó a Nueva York y el ingeniero británico William Cross Buchanan (1826-1891) le sucedió como director del proyecto hasta la inauguración del Ferrocarril Mexicano el 1 de enero de 1873.

Obviamente, el trabajo de los ingenieros civiles no terminó con la inauguración, sino que ahora se orientó hacia la supervisión, el mantenimiento y el desarrollo técnico de la ruta y del equipo. A la vez, entraron ingenieros mexicanos a trabajar en la compañía de ferrocarril, además de algunos ingenieros británicos que se quedaron en el país.

La formación académica de los ingenieros

Una revisión genérica de la formación de los ingenieros civiles de los países que participaron en la construcción del ferrocarril mexicano nos da una idea de los conocimientos con los que llegaron a México y de las formas en que podían transmitir sus conocimientos y experiencias.

En 1716, bajo el reinado de Luis XV, se estableció en Francia el Corps des Ponts et Chaussées. Esta organización profesional demostró pronto su eficacia y puso de manifiesto la necesidad de una formación académica para los ingenieros civiles. En 1747, el entonces director de Finanzas y miembro de la Academia de Ciencias, Daniel-Charles Trudaine (1703-1769), lo transformó en la École Royale des Ponts et Chaussées. El célebre y erudito ingeniero Jean Rodolphe Perronet (1708-1794) fue nombrado primer director de la escuela y desarrolló el primer plan de estudios. Esta primera escuela de ingeniería perdura hasta hoy y desde su fundación representa un modelo para la educación profesional de ingenieros civiles. Poco después de la Revolución francesa, en 1894, se fundó la École Polytechnique como institución militar nacional, que sirvió de modelo para escuelas de ingeniería en Praga (República Checa) en 1806 y en Karlsruhe (Alemania) en 1825.

La aportación francesa a la enseñanza de la ingeniería civil no se limitó solo a la formación académica, sino que también abarcó las obras publicadas por los constructores. Estas obras se difundieron ampliamente por Europa y América, se tradujeron y pueden encontrarse en bibliotecas privadas y académicas. Las obras de Bernard Forest de Bélidor (1698-1761), creador de «La science des ingénieurs» en 1729, seguido por su tratado sobre arquitectura hidráulica (1739) y de Jean-Baptiste Rondelet (1743-1829) sobre «El arte de construir» (1817) son solo dos ejemplos destacados de ello y se encuentran en todas las bibliotecas.

En Gran Bretaña, cuna de la industrialización, la máquina de vapor y el ferrocarril, la formación de ingenieros civiles se realizaba como oficio en las oficinas de ingenieros ya establecidas durante la primera mitad del siglo XIX. La instrucción de los aprendices se centraba en adquirir conocimientos y habilidades prácticas, así como en el manejo de los nuevos materiales de construcción. (Buchanan 1985, 219) Muchos de los ingenieros que aún hoy admiramos por su espíritu innovador, como George Stephenson (1781-1848), Thomas Telford (1757-1834) y William Fairbairn (1789-1874), comenzaron su carrera de esta manera. La Institution of Civil Engineers, establecida en 1818, actuaba como centro de reunión e intercambio para los ingenieros civiles. En las reuniones semanales podían presentar sus proyectos y discutirlos con sus colegas, y también servía como bolsa de trabajo para sus miembros.

Aparte de esta preparación práctica, muy pocos habían adquirido una formación militar con énfasis en las matemáticas y las bases científicas de la artillería y la fortificación, como «Royal Engineer» a

través de la Royal Military Academy de Woolwich, para después ejercer la ingeniería civil.

No obstante, en esa época también había relaciones esporádicas entre ingenieros y filósofos naturales en las que los ingenieros civiles podían presentar sus nuevos conocimientos científicos. (Buchanan 1985, 219) La creación de los Mechanics Institutes en Gran Bretaña, en 1821 en Edimburgo y poco después, en 1823, en Glasgow, Liverpool y Londres y su posterior expansión por todo el imperio, contribuyó a la formación científica, especialmente en matemáticas y en ciencias naturales, también de los ingenieros civiles.

Desde que, en la década de 1840, Isambard Kingdom Brunel (1806-1859) estableció definitivamente el experimento científico como fundamento de la ingeniería civil, surgió paulatinamente la necesidad de dar un enfoque más científico a la formación de ingenieros e integrar la educación en las academias, convirtiendo la ingeniería de oficio en ciencia. (Buchanan 1985, 221)

En 1838 el King's College de Londres abrió un departamento de ingeniería civil que ofrecía cursos de matemáticas, mecánica, química, geología, electricidad, diseño de máquinas y topografía. El University College de Londres ofreció clases ocasionales de ingeniería durante unos años antes de establecer, en 1841, una cátedra de ingeniería civil que ocupó el ingeniero de ferrocarril Charles Vignoles (1793-1875) hasta 1845. Le sucedió el experimentado Eaton Hodgkinson (1781-1861), que fue profesor de principios de mecánica aplicados a la ingeniería. (Buchanan 1985, 222) En 1841 se inició también una carrera de ingeniería civil en Glasgow, donde, en 1855, el destacado científico e ingeniero William John Macquorn Rankine (1820-1872) ocupó la cátedra de ingeniería civil y mecánica. Fue el primer ingeniero británico en publicar tratados prácticos de ingeniería, como el «Manual of Applied Mechanics» (1858) y el «Manual of Civil Engineering» (1862). En el mismo año 1841 se estableció también, en Irlanda, una escuela de ingeniería civil en el Trinity College de Dublín.

En los años siguientes se crearon más carreras de ingeniería civil en las universidades británicas hasta que, en 1914, la formación académica de los ingenieros civiles recibió un reconocimiento permanente en las instituciones académicas y en la sociedad.

En la difusión de los conocimientos sobre la construcción en hierro y los ferrocarriles en todo el mundo, los ingenieros británicos desempeñaron un papel decisivo e innovador. Muchas veces se solicitaban en los lugares donde se construían ferrocarriles y, a menudo, incluían capital británico.

En Estados Unidos surgió la necesidad de formar ingenieros como consecuencia de la guerra de independencia. En 1802 Thomas Jefferson (1743-1826) decretó la creación de la United States Military Academy en West Point (Nueva York), basada en el modelo de la École Polytechnique europea. En las décadas siguientes se crearon instituciones educativas privadas para la formación de ingenieros, como el prestigioso Rensselaer Polytechnic Institute, establecido en 1824 en Troy, Nueva York (Kurrer, 2016, 46). En 1852 los ingenieros fundaron la American Society of Civil Engineers. En el acto constitutivo participaron tres de los ingenieros estadounidenses del Ferrocarril Mexicano.

Tras las guerras de independencia, en México, al igual que en Estados Unidos, escaseaban los ingenieros, principalmente militares, de las antiguas potencias coloniales, por lo que se hizo necesario formar ingenieros nacionales, ya que la contratación de ingenieros extranjeros para la construcción de un ferrocarril no era permanente ni suficiente.

La inauguración, en 1785, de la Real Academia de San Carlos de las Nobles Artes de la Nueva España (hoy, Academia de San Carlos) marcó el inicio de la formación académica de arquitectos en México. A partir de 1857, el plan de estudios incluyó también estudios de ingeniería civil para la carrera de arquitecto-ingeniero. Este programa constaba de cuatro años de estudios regulares de arquitectura, seguidos de tres años adicionales de ingeniería civil e incluía las carreras de agrimensor y de maestro de obras. (Rodríguez 2012, 220). A partir de 1867, debido a la nueva Ley de Instrucción Pública y la transformación del Colegio de Minería, la carrera de ingeniería civil se integró a la Escuela Nacional de Ingeniería. (Katzmann [1973] 2002, 66).

En este entorno profesional pronto se creó la Asociación de Arquitectos e Ingenieros en 1868 y, en 1871, la Sociedad de Constructores Prácticos constituida por los maestros de obras.

Los ingenieros civiles y su participación en la transferencia de conocimiento

La formación académica es una manera tradicionalmente reconocida y clara de transmitir conocimientos, aunque sus objetivos, métodos y alcances varían de un

país a otro y han cambiado con el paso del tiempo. Otras formas de transmisión del saber se aprecian en el contacto entre profesionales y en el contacto con la práctica cotidiana, que crea un saber hacer, a menudo, supervisado por un profesional. Una tercera forma de transmisión es la visibilidad de un oficio y sus resultados, ya sea a través de las obras mismas o de publicaciones. Estas posibilidades pueden identificarse en el contexto de la construcción y las innovaciones asociadas al ferrocarril, así como en las acciones llevadas a cabo por los ingenieros participantes en la obra.

Ya en el primer periodo de construcción (1842-1850), ampliamente estudiado por John Womack (2010), resultaba imprescindible que los ingenieros extranjeros instruyeran a los trabajadores locales. Por un lado, había cientos de presidiarios (provenientes de las cárceles de Veracruz, Ciudad de México y Yucatán) que trabajaban como peones forzados, dirigidos por capataces nacionales, empleados libres y remunerados. Estos obreros mexicanos dependían de las instrucciones de los ingenieros belgas capacitados: Román Vanaelbrouck, José Enrique Guinotte y sus siete capataces. Los trabajadores tenían que preparar el terreno, colocar las durmientes y los raíles de manera apropiada, así como construir las estaciones y las instalaciones de servicio con el nuevo material de construcción, el hierro, y aprender a utilizar nuevas herramientas. Cuando llegó el material rodante, un maquinista belga supervisó el ensamblaje y adiestró a los obreros. Después, otro belga, Gustave Denys, se puso al mando de la locomotora y formó a los mexicanos en este oficio. Al final de su artículo, Womak (2010, 33) llegó a la conclusión de que «en el transcurso de los últimos ocho años, la compañía también había creado un cuerpo especial de trabajadores compuesto por ferrocarrileros, obreros metalúrgicos del ferrocarril y ferroviarios».

Los trabajos del siguiente tramo entre la Ciudad de México y la Villa de Guadalupe (1855-1857) estuvieron dirigidos, principalmente, por Robert Bennett Gorsuch. Nacido en Nueva York en 1826, Gorsuch dejó su ciudad natal en 1856 para trasladarse a México al aceptar su nuevo empleo (Gorsuch 1881, 3). Desconocemos su formación profesional, pero consta que «trabajó como representante oficial del Sr. C[ollis] P[otter] Huntington [1821-1900] [uno de los "Cuatro Grandes" del ferrocarril occidental de los Estados Unidos] en todas sus grandes empresas en la república [mexicana]» (Wright 1897, 423). El 5 de noviembre de 1852, junto con Andrew Talcott y Sebastian Wimmer, estuvo presente en la reunión fundacional de la American Society of Civil Engineers en Nueva York y fue designado secretario general y tesorero de la sociedad. (Hunt 1902, 221)

En la inauguración del ferrocarril a la Villa de Guadalupe, el 4 de julio de 1857, Gorsuch condujo la locomotora, una Baldwin 4-4-0 de Filadelfia (PA), bautizada con el nombre de Guadalupe. (Fig. 1) Al año siguiente, 1858, Gorsuch participó en la primera campaña de Talcott como ingeniero principal de la segunda brigada. (Low 1916, 1550)

En su libro sobre el ferrocarril en México, Gorsuch (1881) resume una crónica de las concesiones para la construcción de líneas ferroviarias entre 1837 y 1880, y concluye destacando las grandes posibilidades naturales y humanas que ofrece el país para alcanzar un progreso industrial equiparable al de Estados Unidos. A lo largo de su vida en México, aconsejó y fomentó la construcción de ferrocarriles (Padilla 2016, 119). Gracias a su labor de promoción pública de la profesión de ingeniero, esta cobró valor y se definió como mediador entre la administración y el constructor. (Gorsuch 1881, 44-45)

De esta manera contribuyó a la apreciación del oficio de ingeniero, su conocimiento profesional y la transferencia del saber entre las naciones. Robert B. Gorsuch murió el 2 de junio de 1906 y está enterrado en el Mexico City National Cemetery de la Ciudad de México.

La Academia de San Carlos, responsable de la formación académica de los arquitectos, también tuvo que responder a las exigencias de los cambios sociales, económicos y tecnológicos de la Revolución Industrial e introducir la carrera especializada en ingeniería civil en México. En 1843 la academia se reorganizó en lo que respecta a los fondos económicos y al personal académico. En ese sentido, el ministro mexicano José María Montoya inició las gestiones para contratar a prestigiosos profesores europeos, ya que en aquel momento el continente era un modelo de progreso y modernidad. Además, los mejores estudiantes de la academia recibieron becas para estudiar en Europa, entre ellos unos estudiantes de arquitectura. Durante los años siguientes se contrataron nuevos profesores de escultura (Manuel Vilar en 1845, español), grabado (John James Baggally en 1846, inglés), pintura de paisaje (Eugenio Landesio en 1854, italiano) y arquitectura (Javier Cavallari en 1856-1857, italiano).

Cuando firmó su contrato para ir a México, Javier Cavallari (1810-1896) era profesor de Architettura e di Perfezionamento degli Ingegneri en la Academia de Milán. Tras su etapa como aprendiz de pintor, estudió arquitectura en Roma, se doctoró en arqueología en Gotinga y mantuvo contactos profesionales con ingenieros civiles. Su contrato en la Academia de San Carlos le encomendó «dar lecciones en clase del profesor de arquitectura y composición en todos sus ramos con inclusión de la ingeniería civil y la construcción de puentes, caminos, calzadas y ferrocarriles». (Báez 1982, 323) Estableció un nuevo plan de estudios centrado en las ciencias naturales, matemáticas e ingeniería. De esta forma, los estudiantes podían conocer las nuevas posibilidades de construcción con hierro. (Katzmann [1973] 2002, 69) Al terminar los siete años de estudios, los alumnos debían presentar dos proyectos: uno de ferrocarril y otro de un puente de hierro, piedra u obra hidráulica arquitectónica para poder presentarse al examen profesional y obtener el título de Arquitecto e Ingeniero Civil. (Álvarez 1906, 14) Al llegar a México Cavallari traía en su equipaje las publicaciones más recientes de arquitectura e ingeniería, así como un buen surtido de planos de ferrocarriles. Más tarde llevó el plano del ferrocarril de Veracruz a la academia para que los alumnos hicieran una copia. (Álvarez 1906, 28) Pronto conoció también a los hermanos Escandón, promotores del Ferrocarril Mexicano, que le encargaron la construcción de una capilla familiar en Tacubaya (CdM). (Cianciolo 2019, 168)

Entre los primeros ingenieros mexicanos que terminaron esta carrera académica se encontraban personajes tan importantes como Santiago Méndez, Pascual Almazán, Lorenzo Pérez Castro y Joaquín Gallo, inspector del Ferrocarril Mexicano a Veracruz, a cuyo hijo Eduardo le debemos la publicación sobre la historia del Ferrocarril Mexicano. (Baz y Gallo [1874] 1980) Muchas de las tesis que presentaron las primeras generaciones de estudiantes de esta carrera se ocupan de un tema del ferrocarril.[1] (Figs. 2 y 3)

Figura 2. Lámina con los retratos de gestores e ingenieros del Ferrocarril Mexicano en el libro de Baz y Gallo de 1874 [reimpresión de 1980] entre las páginas 283 y 284.

Figura 3. Lámina con los retratos de gestores e ingenieros del Ferrocarril Mexicano en el libro de Baz y Gallo de 1874 [reimpresión de 1980] entre las páginas 292 y 293.

Uno de los estudiantes que despierta mayor interés en el contexto de nuestro tema es Antonio M. Anza (1847-1925), quien redactó su tesis acerca del trazado del Ferrocarril Mexicano en 1874, tras haber sido contratado a finales de 1872 por la Compañía del Ferrocarril Mexicano con el propósito de supervisar y mantener las instalaciones de la ruta (Bühler, 2023). Posteriormente, en 1886, emprendió una trayectoria académica en la Escuela Nacional de Ingenieros y sentó las bases de su reputación como pionero de la ingeniería civil en México al establecer el primer Laboratorio Mexicano de Ingeniería Civil y formar una biblioteca impresionante de ingeniería civil. (Escamilla 2013, 364-372)

En su tesis, Anza (1874) evidencia sus conocimientos científicos y de ingeniería, así como su profundo conocimiento de la geografía, la geología y la historia de México, adquiridos en la academia. Dos ingenieros del Ferrocarril Mexicano, Andrew Talcott y, sobre todo, William Lloyd, le sirvieron de referencia para sus estudios. Al final de la tesis hace un elogio general de la ingeniería civil, en el que reconoce la loable cooperación internacional, como en el caso del canal de Suez o la cooperación suizo-italiana en la construcción del ferrocarril y sus túneles, así como la de Estados Unidos y los países sudamericanos en el continente, y finaliza con una apreciación de los progresos que habían sido encaminados por ingenieros (Anza 1874 f. 28 r.).

Andrew Talcott (1797-1883) nació en Glastonbury (CT) en 1797. Estudió en la Academia Militar de West Point (NY) entre 1815 y 1818, donde se graduó como ingeniero militar. Trabajó en proyectos topográficos y de ingeniería civil. Se hizo famoso en 1833 al perfeccionar el método del astrónomo danés Peder Horrebow (1679-1764) para determinar la latitud de un lugar. En 1857 fue nombrado ingeniero jefe del Ferrocarril de México y el Pacífico, y determinó y midió la ruta completa del Ferrocarril Mexicano con su propio grupo de ingenieros. Tras presentar su informe en 1859, regresó a Estados Unidos. En su segunda misión, iniciada en 1862, también le asistían otros ingenieros estadounidenses. Lo acompañaban, además, tres de sus hijos: Charles, a quien debemos la correspondencia con Alfred Landon Rives (1830-1903) (Bühler 2019); Richard, que estaba con Sebastián Wimmer en Maltrata, y Thomas Mann Randolph (Low 1916, 1610). Talcott mantenía una buena relación con sus colegas en el mundo, como lo demuestra la correspondencia del renombrado ingeniero británico William Fairbairn en 1866. (Low 1916, 1564-1565) En México, Talcott y sus hijos estaban relacionados con la administración, la academia y los ingenieros del país y formaron un considerable número de capataces y artesanos especializados en el manejo del hierro como material de construcción. Andrew Talcott renunció a su cargo en 1867, después de que Benito Juárez derrotara al régimen conservador de Maximiliano I.

William Lloyd (1822-1905) fue uno de los británicos más brillantes encargados del Ferrocarril Mexicano. Nació en Londres en 1822 y en 1838 empezó a trabajar como aprendiz de ingeniería en la empresa del ingeniero Joseph Gibbs (1798-1864). En la década de 1840 trabajó en obras ferroviarias en Francia y en el despacho de Robert Stevenson. Miembros importantes de la Institution of Civil Engineers de Londres lo propusieron en 1863 como ingeniero jefe del ferrocarril en Chile. En 1864 se trasladó a México, donde se reunió con Talcott y con el emperador Maximiliano I. Al mismo tiempo, Lloyd mantenía una oficina con dibujantes e ingenieros en Londres. Entre otras iniciativas, presentó un proyecto visionario para cruzar la barranca de Metlac, que promovió con entusiasmo. (Bühler 2015) Un proyecto para la estación capitalina incluye una estructura de hierro para el techo de la sala principal que constituye un elemento arquitectónico ejemplar. (Vasallo 2013, 193) (Fig. 4) Lloyd tenía planes para instalar faros de gas como alumbrado público en las ciudades más importantes del país y solicitó a Maximiliano una licencia para construir una fábrica de gas en la Ciudad de México. (Padilla 2016, 89) Tras cumplir su misión en México, volvió a trabajar en Chile. Murió en Londres en 1905. Dejó escrito un libro en el que reflejó sus experiencias como ingeniero civil en el mundo (Lloyd, 1910).

A partir de 1863, la empresa contratista Smith, Knight and Co. de Londres contrató a varios miembros de la Institution of Civil Engineers. Todos ellos fueron formados en prestigiosas universidades británicas y tenían experiencia internacional en la construcción de ferrocarriles.

Estos son algunos ejemplos:

William Cross Buchanan (1826-1891) estudió en la Universidad de Glasgow. Trabajó en el ferrocarril del sur en Chile[2] y a partir de 1867, como ingeniero director del Ferrocarril Mexicano.[3]

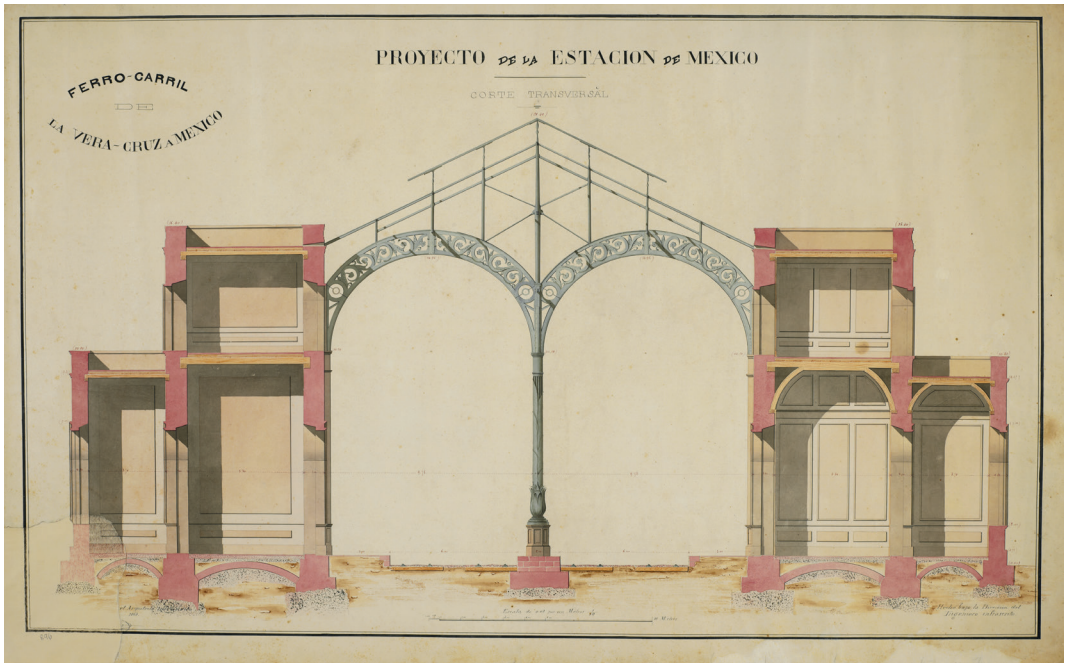


Figura 4. Proyecto de la estación de México. Corte transversal. Escala 1:500. Fechado en 1864. La esquina inferior izquierda, donde se encontraba la firma del autor, ha sido arrancada, por lo que solo se conserva un bucle que podría corresponder a la firma de Lloyd. (CEDIF. Fondo Ferrocarril Mexicano. Sección Vía y estructuras. Serie Orizaba. Secretaría de Cultura. CNPPCF, Cedif. N°896)

James Samuel (1824-1874) estudió en la Universidad de Glasgow. Trabajó en las obras hidráulicas de Glasgow, obtuvo dos patentes, fue ingeniero residente de la Eastern Counties Railway, del ferrocarril de Esmirna a Kassaba y Uşak y del ferrocarril de Grand Rapids e Indiana (EE. UU.). Participó en un estudio de viabilidad de un canal entre el Atlántico y el Pacífico que atravesara Nicaragua, antes de ser ingeniero director del Ferrocarril Mexicano.

William Elliot (1827-1892)[4] estudió en el King's College de Londres. Trabajó en la India, Rusia y Brasil; fue ingeniero director de la región de São Paulo, del ferrocarril de Bahía y San Francisco y asistente principal del Ferrocarril Mexicano.

George Foot (1833-1906)[5] estudió en el Trinity College de Dublín. Trabajó en el Great Southern and Western Railway de Irlanda, fue ingeniero asistente del ferrocarril de Tudela y Bilbao, en España; ingeniero residente del Ferrocarril Mexicano, e ingeniero consultor del Ferrocarril Central Mexicano. Murió en la Ciudad de México en 1906.[6]

Alister Fraser (1829-1869)[7] estudió en el King's College de Aberdeen. Trabajó en el ferrocarril del sudeste de Suiza, era ingeniero del ferrocarril de Madrás e ingeniero residente principal del Ferrocarril Mexicano.

Thomas Manson Rymer-Jones (1839-1894)[8] estudió en el King's College de Londres y fue aprendiz de James Abernethy. Trabajó en la construcción del puerto y muelle de Falmouth, Davenport. Fue ingeniero asistente en el Ferrocarril Mexicano.

Edward Wilthew Jackson (1838-1895)[9] fue aprendiz en la oficina de su padre, el contratista Thomas Jackson (1808-1885). Trabajó como ingeniero del ferrocarril Smyrnah-Aidin, en Turquía. En 1864 fue agente asistente de George B. Crawley (1833-1879) del Ferrocarril Mexicano, subcontratista de Smith, Knight & Co., y, a partir de 1873, gerente de la Compañía de Ferrocarriles Mexicanos hasta 1885 y del Interoceánico hasta 1895.

No podemos concluir esta lista sin mencionar a un ingeniero de origen alemán: Sebastián Wimmer

(1831-después de 1888). Se graduó como ingeniero civil en la Escuela Politécnica de Múnich en 1849, emigró a Nueva York en 1851 y trabajó en varios proyectos ferroviarios en Estados Unidos antes de llegar a México en 1865. En el equipo de Talcott, fue responsable del tramo de Maltrata como ingeniero director. Como reconocimiento personal, queda un puente que lleva su nombre. (Bühler 2011, 11)

Conclusiones

Esta evaluación de los ingenieros del Ferrocarril Mexicano en cuanto a su formación y experiencia profesional, permite analizar el papel que desempeñó este ferrocarril en la transferencia de conocimientos y tecnología para el uso del hierro en las construcciones en México.

En la Academia de San Carlos, Javier Cavallari, gracias a sus estudios y experiencia profesional previos, así como a sus contactos directos con los constructores del Ferrocarril Mexicano, logró sentar las bases del estudio de la ingeniería civil y crear una red de intercambio de conocimientos entre estudiantes y profesionales de la ingeniería con la comunidad internacional de ingenieros ferroviarios residentes en el país. Las asociaciones de ingenieros civiles establecidas en Gran Bretaña, Estados Unidos y México crearon centros de transmisión del saber a través de sus informes, presentaciones y discusiones de proyectos entre sus miembros, así como una red de ingenieros internacionales que se comunicaban mediante el intercambio de cartas, croquis y planos. Gracias a la labor de estos ingenieros, la ingeniería civil se convirtió en una parte esencial del campo de los constructores y en la percepción pública. Lo que valió para el primer sitio de construcción, en 1842-1843, quedó como fuente de conocimiento en todos los sitios de construcción posteriores, ya que el aprendizaje a lo largo del trabajo de construcción había creado un cuerpo especializado de capataces y trabajadores compuesto por ferrocarrileros, obreros metalúrgicos del ferrocarril y ferroviarios.

La inversión británica en la minería mexicana, que comenzó en 1821, y en el Ferrocarril Mexicano, en 1863, junto con el adelanto tecnológico, se refleja en la influencia de los ingenieros británicos. Sobre todo, William Lloyd pasó de la construcción de puentes, túneles y vías férreas a la construcción de edificios modernos con estructuras de hierro. (Véase Corona 2022 para otros constructores en sus estaciones respectivas)

La mayoría de los ingenieros extranjeros regresaron a su país al terminar sus contratos, mientras que otros se establecieron en México como consejeros, constructores y promotores de las posibilidades humanas y naturales del país.

Notas

1. Índice de tesis profesionales Archivo Histórico del Palacio de Minería: (1862-1918) AHPM 1918/III/344/d.9
2. ICE report ‘Description of the Southern Railway of Chile’, 1866
3. ICE report ‘Description of the Mexican Railway’, 1873
4. https://www.gracesguide.co.uk/William_Elliot_(1827-1892) (26.04.2021)
5. https://www.gracesguide.co.uk/George_Foot (26.04.2021)
6. The Buffalo Commercial Buffalo, New York 07 Sep 1881
7. https://www.gracesguide.co.uk/Alister_Fraser (26.04.2021)
8. https://www.gracesguide.co.uk/Thomas_Manson_Rymer-Jones (04.05:2021)
9. https://www.gracesguide.co.uk/Edward_Wilthew_Jackson (26.04.2021)

Lista de referencias

Álvarez, Manuel Francisco. 1906. *El Dr. Cavallari y la carrera de Ingeniero Civil en México*. México, D.F.: A. Carranza y Comp. Impresores.

Anza, Antonio M. 1874. Memoria sobre el trazo del Ferro-Carril Mexicano en su descenso a la Costa. Manuscrito. Biblioteca de la Escuela Nacional de Ingenieros (signatura 1874/205/d.18).

Báez Macías, Eduardo. 1982. Contratos suscritos por la Academia Nacional de San Carlos con los profesores Javier Cavallari, Eugenio Landesio, Santiago Baggally y Jorge A. Periam. En *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas 13* (n.º 50, tomo 2), 315-328.

Baz, Gustavo y Gallo, Eduardo. [1874] 1980. *Historia del ferrocarril mexicano: riqueza de México en la zona del Golfo a la Mesa Central, bajo su aspecto geológico, agrícola, manufacturero y comercial / estudios científicos, históricos y estadísticos por Gustavo Baz.* México.

Buchanan, Robert Angus. 1985. The Rise of Scientific Engineering in Britain in: The British Journal for the History of Science, Jul., 1985, vol. 18, n.º 2 (Jul., 1985), 218-233.

Bühler, Dirk. 2023. Antonio M. Anza y su tesis sobre el trazo del ferrocarril mexicano. En *Revista de Historia de la Construcción*, año 2023, vol. 3, 1-10.

Bühler, Dirk. 2019. El puente Maximiliano del ferrocarril mexicano. Diseños preliminares para el puente de Metlac. En *Boletín de Monumentos Históricos*, 3.ª época, n.º 42, enero-abril 2018, México: INAH, 124-143.

Bühler, Dirk. 2015. Ingeniería e ingenieros: diseño y construcción del puente de Metlac. En México in: Huerta, Santiago-Fuentes, Paula: Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción, Segovia, 13-17 de octubre de 2015, Instituto Juan Herrera Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, vol. 1, 269-278, Madrid.

Bühler, Dirk. 2011. *Ferrocarril Mexicano - Die erste mexikanische Eisenbahn. Kurzführer zur Ausstellung im Deutschen Museum, München*. Múnich.

Chapman, John Gresham. 1975. *La construcción del Ferrocarril Mexicano*, México: SepSetentas n.º 209.

Cianciolo Cosentino, Gabriella. 2019. Francesco Saverio Cavallari (1810-1896) Architetto, Archeologo, Profesore e Desegnatore. En Checa-Artasu, Martín Manuel y Niglio, Olimpia (eds.): *Italianos en México - Arquitectos, Ingenieros, Artistas entre los siglos XIX y XX*. Canterano (RM) Aracne Editrice.

Corona Flores, Francisco. 2022. La construcción de las estaciones del Ferrocarril Mexicano: el caso de Tlaxcala. En *Mirada Ferroviaria,* año 15, n.º 46, septiembre-diciembre 2022.

Escamilla González, Francisco Omar. 2013. El primer Laboratorio Mexicano de Ingeniería Civil, hoy Biblioteca Ing. Antonio M. Anza. *200 años del Palacio de Minería: su historia a través de fuentes documentales*. México: UNAM, Facultad de Ingeniería, 364-372.

Fairbairn, William. 1859. *Die eisernen Träger und ihre Anwendung beim Hochbau und Brückenbau*, traducido al alemán por D. Brauns, Braunschweig.

García Cubas, Antonio y Castro, Casimiro. 1877. Álbum del Ferrocarril Mexicano. México.

Gorsuch, Robert S. 1881. *The republic of Mexico and the Railroads*. New York.

Hunt, Warren. 1902. The first fifty years of the American Society of Civil Engineers (1852-1902). En: *Transactions of the American Society of Civil Engineers*. 1902, 48(2): 220-226.

Katzmann, Israel. [1973] 2002. *Arquitectura del siglo XIX en México*. México, D. F.: reimpresión de la 2.ª edición, Trillas; 1.ª edición, UNAM.

Kurrer, Karl-Eugen. 2016. *Geschichte der Baustatik - Auf der Suche nach dem Gleichgewicht*. Berlin: Ernst & Sohn.

Lloyd, William. 1900. *A railway pioneer: Notes by a civil engineer in Europe and America from 1838 to 1888*. London.

Low, Emile. 1916. A review of the report of Andrew Talcott … En *Transactions of the American Society of Civil Engineers*. Paper 1371, n.º LXXX, Dec. 1916, 1548-1625.

Ortiz Hernán, Sergio. [1970] 1987. *Los Ferrocarriles de México - Una visión social y económica*. México: Ferrocarriles Nacionales de México.

Padilla, Pablo. 2016. *El Sueño de una generación - Una historia de negocios en torno a la construcción del primer ferrocarril en México 1857-1876*. México: Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora.

Rodríguez Morales, Leopoldo. 2012. *El campo del constructor en el siglo XIX - De la certificación institucional a la esfera pública en la ciudad de México*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia y Consejo Nacional de Cultura.

Vasallo, Roberta. 2013. *La arquitectura del hierro durante el porfiriato*. Tesis de doctorado en Historia del Arte. México: UNAM.

Womack, John. 2010. Veracruz-El Molino: los primeros ferrocarrileros, 1842-1850. En *Boletín del Archivo General de la Nación* - Legajos 7.ª época, año 2, n.º 6, octubre-diciembre 2010, 13-34.

Wright, Marie Robinson. 1897. *Picturesque Mexico*. Philadelphia.

La construcción de la ornamentación de las fachadas de ladrillo al descubierto de finales del siglo XIX y principios del XX. El caso de la ciudad de Valladolid

María Soledad Camino Olea
Marta Andrés Ferrero
Alejandro Cabeza Prieto

Las grandes cerámicas que producían ladrillos mecánicos comenzaron a instalarse en Castilla y León en el último tercio del siglo XIX. Estas cerámicas producían ladrillos prensados y de galletera en grandes cantidades lo que permitió que, en una etapa de la Arquitectura en la que se defiende que se dejen los materiales vistos, se construyeran numerosas fachadas de ladrillo al descubierto con aparejo de tizones en las que la ornamentación se ejecutaba con los ladrillos, en ocasiones con ejemplos simples y en otras con una ornamentación más compleja e historiada en el estilo que se vino a denominar Arquitectura Neomudéjar (de los Ríos 1859).

Determinados elementos ornamentales de estas fachadas fueron una evolución de la Arquitectura Mudéjar, de ahí la denominación, como las cornisas o los aleros de modillones, pero otros sistemas ornamentales, como los que se pueden encontrar en los entrepaños o los antepechos, están claramente relacionados con la modulación que dibuja el aparejo de tizones ejecutado con ladrillos mecánicos de dimensiones uniformes.

Las fachadas se ejecutaron con los dos tipos de ladrillos vistos, tanto el prensado o fino como el de galletera u ordinario. En las fachadas ejecutadas con ladrillo prensado al exterior la hoja interior se ejecutaba con el de galletera y en este tipo de fachadas hay una evolución en la construcción de la fachada que también se puede observar en la ornamentación.

El objetivo final de esta comunicación es analizar la forma en la que se diseñaba y se construía la ornamentación de estas fachadas al tiempo que el muro era resistente y la evolución en el sistema ornamental y constructivo analizando diferentes edificios de la ciudad de Valladolid donde hay numerosos ejemplos a partir de la época en que Gran Tejería Mecánica de D. Eloy Silió (Camino-Olea et al. 2016) empezó la producción de ladrillos mecánicos.

Introducción

La fabricación de ladrillo mecánico: prensado o fino y de galletera u ordinario empieza en Valladolid en el último tercio del siglo XIX en las industrias que se denominaron "gran tejería mecánica" o simplemente "tejería mecánica" dedicadas a la fabricación de diversas piezas cerámicas: ladrillos, tejas, baldosas y elementos ornamentales. La utilización de estos ladrillos mecánicos hace que el aspecto de las fachadas de ladrillo al descubierto cambie de manera importante respecto de las fachadas que se había construido anteriormente con el ladrillo de tejar elaborado a mano ya que el muro se apareja.

Las fábricas de ladrillo de tejar se ejecutaban con juntas gruesas de argamasa de cal con las que se trababa el ladrillo, para lo cual las juntas verticales de dos hiladas consecutivas no debían coincidir en el frente ni en el interior del muro, pero no se ejecuta-

María Soledad Camino Olea; Marta Andrés Ferrero; Alejandro Cabeza Prieto – Universidad de Valladolid

Figura 1. Detalle de una fachada de ladrillo de tejar con juntas de argamasa de cal y arena de una vivienda en Serrada, Valladolid (Autores 2017).

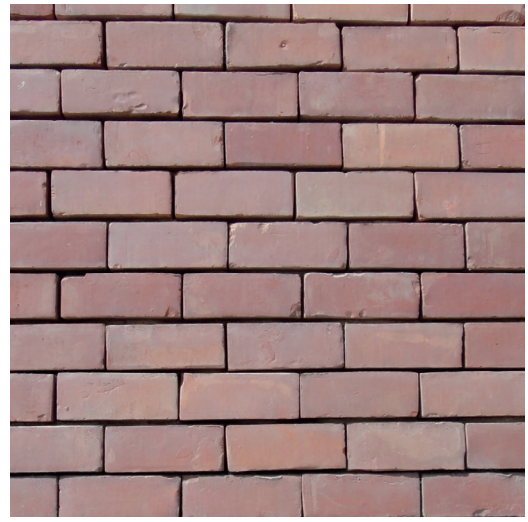


Figura 2. Detalle de una fachada de ladrillo prensado al descubierto con aparejo de tizones y juntas a hueso de un edificio de viviendas de Rueda, Valladolid, ejecutado con ladrillos prensados de la cerámica de Silió (Autores 2017)

ban con las juntas verticales alineadas en la cara exterior, en parte debido a que el ladrillo de tejar era irregular en tamaño y formato (figura 1).

Con los ladrillos mecánicos fabricados con medidas regulares y caras planas se comenzó a aparejar los ladrillos con una regularidad que no había sido posible conseguir anteriormente, situando las llagas en línea en hiladas no sucesivas, y con juntas de poco espesor de mortero de cemento. Con los ladrillos de galletera se ejecutaban las fábricas con juntas de un centímetro y para mejorar la unión con el mortero las tablas de los ladrillos presentaban acanaladuras. Con los ladrillos prensados, que se fabricaban con rebajas en las tablas para alojar el mortero, se ejecutaban fachadas con juntas "a hueso", de unos tres milímetros de espesor, sin que llegara el mortero a la cara exterior de la fachada de forma que pareciera que los ladrillos estaban colocados sin mortero (figura 2). Con los dos tipos de ladrillo mecánico el aspecto de las fachadas es diferente, pero coinciden en que el ladrillo se apareja.

Las fachadas que se analizan se ejecutaron con aparejo de tizones a la española (Adell-Argilés 1987). El ritmo de colocación de los ladrillos es uno de los elementos importantes para que se puedan ejecutar los motivos ornamentales que están basados en la trama que se dibuja con las líneas inclinadas del escalonamiento de las juntas verticales y la horizontalidad de las hiladas, lo que algunos autores han denominado «l'ordre de la brique» (Guiheux 1985). Este sistema ornamental se utiliza en los paños ciegos de ladrillo.

Los otros sistemas ornamentales se ejecutan en cornisas, aleros, recercados de huecos, arquillos, pilastras, con el ladrillo paralelepipédico o con ladrillos moldurados, que en algunos casos se pueden entender como una evolución de los elementos que se emplearon en la Arquitectura Mudéjar, pero con más variantes.

Esta forma de ornamentar las fachadas no es exclusiva de esta zona ya que se pueden encontrar ejemplos en diversas regiones españolas (Adell-Argilés 1986; Rodríguez-Martín 2015; Martín y Martín 2020) y en otros países donde se pueden localizar elementos ornamentales similares, aunque con otros tipos de aparejo, ejemplos de los que hay numerosas tratados que clasificaban la manera de ornamentar las fachadas de ladrillo (Lacroux y Détain 1878; Chabat 1886).

La ornamentación se ejecutaba teniendo presente la estabilidad del muro y que se trataba de muros resistentes que debían soportar su propio peso y el del entramado horizontal de madera. Los elementos de ejecución más comprometida son aquellos que vue-

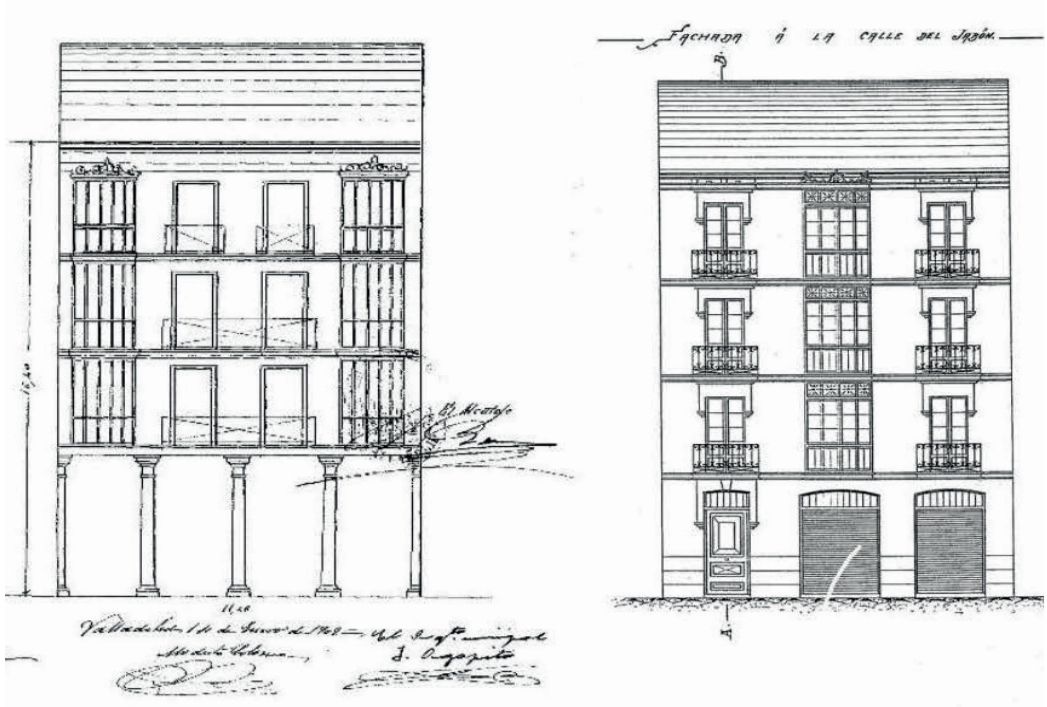


Figura 3. A la izquierda, alzado de un proyecto de viviendas en la plaza de la Fuente Dorada que se construyó con una variada ornamentación que no figura en el plano. A la derecha, alzado de la calle de Guarnicioneros 4 y 6 de un edificio de viviendas en el que se ha dibujado la ornamentación, aunque esquemáticamente (AMVA).

lan de manera importante respecto del plano de la fachada para los que se fabricaban ladrillos de sogas de mayor tamaño, como en el caso de las cornisas formadas por diversas hiladas y sardineles o se equilibraba el peso definiendo los macizos y vacíos para centrar el peso en la base del muro, como es el caso de los aleros de modillones. La organización general de la fachada: huecos y macizos, cornisas de cincha, aleros o petos, pilastras, es la base para organizar la ornamentación y la tipología de la misma.

En general, en la mayoría de los proyectos la ornamentación no estaba dibujada y se definía en obra basándose en la simetría, tal y como se puede ver en la documentación para pedir licencias de obras del Archivo Municipal de Valladolid (figura 3) aunque en algunos proyectos si que se dibujaron los alzados con mayor precisión (figura 3).

La construcción de la fachada

Las fachadas que se están analizando se construyeron con aparejo de tizones con espesores de dos astas o superiores cuando el muro es de carga y de espesor inferiores de un asta y media como es el caso de los entrepaños de machones donde apoyan las cerchas de la estructura de cubierta, en el caso de edificios industriales, siguiendo el sistema que se describe en diversos tratados de dos hojas que se levantan al tiempo por dos albañiles situados a cada lado del muro colando los ladrillos enteros y medios (Perier 1853) (figura 4).

Algunas de las fachadas, dependiendo de tipología y la localización del edificio en la ciudad, se levantaron con ladrillo de galletera visto, pero las fachadas más ornamentadas, las situadas en el centro de la ciudad o que se corresponden con edificios importantes como el Ayuntamiento de la ciudad o el Hospital

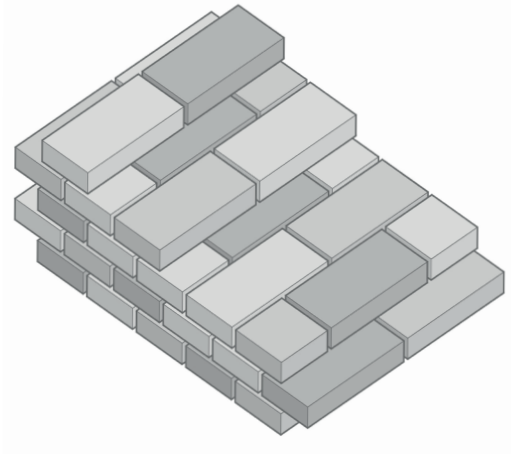


Figura 4. Muro de dos astas de espesor ejecutado con aparejo de tizones a la española (Autores 2025).

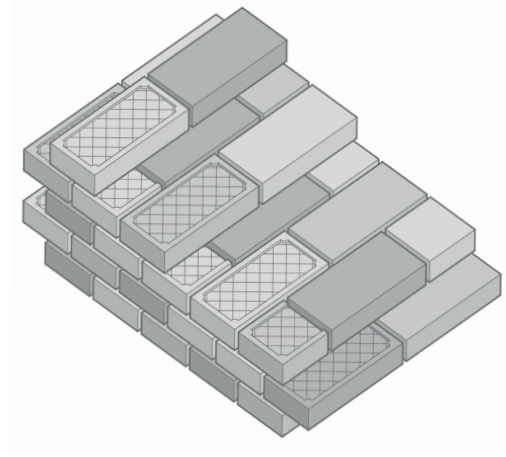


Figura 5. Muro de dos astas de espesor ejecutado con aparejo de tizones a la española con dos tipos de ladrillo: el pensado en la cara exterior y el ordinario al interior del muro (Autores 2025).

Provincial, entre otros, se levantaron con el mismo sistema de aparejo a tizón pero con dos tipos de ladrillos, por el exterior ladrillo prensado, el de mayor calidad y precio y por el interior el ladrillo de galletera.

En los pliegos de condiciones de los proyectos de la época se pueden encontrar diversas descripciones de la forma de construir este tipo de muros, pero puede que la más completa sea la del Pliego de condiciones del Proyecto de edificio para el nuevo Ayuntamiento (AMVA 1894) donde se describe la ejecución de un muro con el ladrillo prensado en la cara exterior y el ladrillo ordinario al interior (figura 5):

> La fábrica de prensado al descubierto se hará con suma perfección repartiendo a escantillón las llagas y tendeles que tendrán un grueso uniforme y se corresponderán tanto horizontal como verticalmente, se sentarán los ladrillos sobre mortero fino, dejando la fábrica algo degollada y el paramento del muro según un plano vertical perfecto. El ladrillo se colocará de asta y su trasdosado se hará trabándolo y enlazándolo de forma que no formen dos hojas, para lo cual se ha de procurar que el grueso del ladrillo ordinario sea igual o poco menor que el del prensado para que teniendo éste menor tendel resulten enlazadas las hiladas.
>
> La construcción de todas las fachadas habrá de hacerse con el mayor esmero por tratarse de fábricas mixtas, por lo cual se tendrán todas las precauciones usadas en las buenas prácticas del arte; por tanto se fraguarán las fábricas cada cinco hiladas de ladrillo y no se permitirá que por unos lados se eleven más que por otros, debiendo por último dejar descansar cada piso el tiempo que determine el Arquitecto en vista de la época de su construcción y del estado de la atmósfera, no bajando este descanso de una semana, ni excediendo de un mes.

El presupuesto, es un documento que no suele encontrarse tampoco en la mayoría de los proyectos de esta época excepto en los de edificios para la administración, pero en los que se han localizado, se puede comprobar que la diferencia en coste entre la fábrica mixta de ladrillo prensado trasdosado de ordinario y la fábrica de ladrillo de galletera era importante. En un presupuesto del libro Estudios y Tanteos (Gallego 1909) se puede leer que mientras el metro cúbico de la fábrica mixta de ladillo fino, trasdosado de ordinario tiene un precio de 40,70 pesetas, el metro cúbico de la fábrica de ladrillo ordinario tiene un coste de 29,60 pesetas. Posiblemente, esta diferencia en el precio debida al mayor coste del ladrillo prensado y a la dificultad en la ejecución de una fábrica con dos ladrillos con medidas diferentes fue la que hizo que en algunos edificios se construyeran las fachadas enteramente con el ladrillo de galletera.

El tipo de muro con la cara exterior de ladrillo prensado venía descrita en las memorias de los proyectos con expresiones como fábricas de ladrillo prensado al exterior trasdosada con ladrillo recocho u ordinario.

Este sistema constructivo es difícil de observar en las fachadas a no ser que se esté rehabilitando un edificio.

Los muros de fachada ejecutados con el mismo tipo de ladrillo, el de galletera, se siguen construyendo de igual manera a principios del siglo XX como a finales del siglo XIX sin embargo, el sistema de fábrica mixta cambia a principios del siglo XX a fábrica de ladrillo ordinario refrentada de prensado, es decir, se cambia de una fábrica de dos hojas que trabajan en conjunto a una hoja resistente de ladrillo ordinario, al interior, refrentada o paramentada por una hoja de media asta de espesor de ladrillo prensado trabada con la anterior mediante llaves formadas por ladrillos prensados enteros.

Al tiempo que cambia el sistema constructivo se pueden observar que la carpintería que en el primer sistema estaba colocada en una mocheta situada a un asta del paramento exterior de la fachada, pasa a estar situada a media asta y la ornamentación cambia también. Se empiezan a utilizar piezas más pequeñas cortando el ladrillo en medios y cuartos de ladrillo para conseguir una mayor variación en los motivos, al empezar a considerarse la hoja de ladrillo prensado como un sistema de "acabado".

Todas las fachadas tenían en común que se debían construir sobre un zócalo de cantería, la piedra más empleada era de caliza de Villanubla, tal y como se indicaba en las Ordenanzas Municipales (Ayuntamiento Valladolid 1888), las cornisas eran de ladrillo y en los aleros se utilizaba tanto los aleros de modillones de ladrillo como de canecillos de madera.

Tipología de los elementos ornamentales

La ornamentación es muy variada, es difícil encontrar motivos iguales en dos edificios gracias al gran número de variables que admite el sistema. Se ha clasificado para su análisis en función de su relación con el aparejo y su ejecución, cada tipo responde, en general, a una localización diferente dentro de las fachadas.

Ornamentación siguiendo el aparejo

Este tipo de ornamentación en zonas de fachada ciega como los entrepaños, los antepechos, en el remate del edificio entre cornisa de cincha y alero. Se basa en la regularidad del aparejo de tizones y se ejecuta-

Figura 6. Los ladrillos del entrepaño entre huecos se sitúan en dos planos siguiendo el aparejo para formar un dibujo de rombos encadenados, en el centro, y alternados verticalmente a los lados y escaleras en la parte superior (Camino-Olea 1988).

ba haciendo que unas testas de ladrillo destaquen de las otras mediante tres sistemas diferentes:

— El rehundido o resaltado de los ladrillos que forman el motivo respecto del plano de la fachada. La sombra es la que hace que estos motivos sean visibles (figura 6).

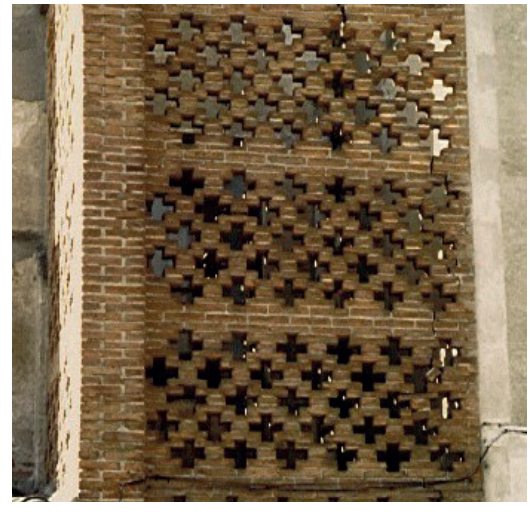


Figura 7. Cierre exterior del patio de un edificio con una fachada calada con rombos siguiendo el aparejo.

— El utilizar ladrillos de varios colores que contrasten, generalmente dos: el rojo y el amarillo (figura 6), colocados en el mismo plano o en diferente plano. Se han localizado algunos ejemplos en los que se emplean tres colores: rojo, amarillo y un azul muy obscuro, pero lo habitual era emplear el ladrillo rojo junto con otro que tenía un tratamiento o engobado para darle un color amarillento.
— Y, por último, el vaciado del motivo, es decir, no se colocan los ladrillos que forman el motivo. Se puede encontrar en: remates, pretiles, celosías, balaustradas ya que no se ejecutan fachadas caladas (figura 7).

El sistema de ornamentación mediante tramas de rombos se puede ver por ejemplo en las torres de la Arquitectura Mudéjar Aragonesa (Borras 1985) pero en estos casos la ornamentación no depende del aparejo, se superpone en la fachada para conseguir regularidad.

Cuando en el siglo XX se cambia el sistema constructivo de la fachada y la hoja exterior de ladrillo prensado se emplea como hoja de revestimiento de la hoja portante de ladrillo ordinario, los motivos ornamentales basados en la trama del aparejo se incrementan con piezas recortadas del ladrillo prensado, con las que se consigue mayor variedad tanto en la ornamentación con rombos y aspas como en la de líneas horizontales como en el ejemplo del edificio de viviendas de la plaza de la Fuente Dorada (figura 8) del que se ha incluido el alzado de la documentación (figura 3) en el que hay que destacar la ornamentación los huecos mucho mas profusa que en los otros casos estudiados. Los huecos se cierran con arcos rebajados con sardineles dentados, en los guardapolvos se emplean motivos similares a las esquinillas de la Arquitectura Mudéjar, pero con ladrillos recortados, en el arranque de los arcos se sitúan motivos pinjantes y los laterales se refuerzan con pilastras con hiladas y ladrillos rehundidos y volados. Se emplean ladrillos terciados en la construcción de los elementos ornamentales (figura 9). Es uno de los ejemplos de fachada con mas motivos ornamentales y mas variados de las estudiadas

Figura 8. Fotografía de la fachada de un edificio de viviendas de la Fuente Dorada, Valladolid, antes de su rehabilitación, donde se puede comprobar como en la ornamentación se han empleado piezas recortadas del ladrillo. El proyecto del edificio es del año 1908 (Camino-Olea 1988).

Ornamentación en líneas horizontales

Este motivo es el que se utiliza en las cornisas de cincha y de remate, los guardapolvos, alfices, elementos de enlace entre huecos. Están ejecutados mediante hiladas y sardineles que se van superponiendo y volando respecto de la situada más abajo, en general no siguen el ritmo de los huecos de la fachada, sino que se ejecutan corridos de un borde a otro de la fachada.

Los elementos que se han empleado destaquen mediante el resaltado o rehundido. combinando hiladas y sardineles corridos o dentados, hiladas triscadas. La variedad de motivos se incrementa añadiendo otras variantes (figuras 10):

— la utilización del ladrillo aplantillado,
— la utilización de ladrillos terciados, longitudinal, transversalmente, etcétera, para variar las proporciones y dimensiones de la ornamentación, o para encajar las piezas entre las hiladas de la fábrica,
— la variación en el ritmo de los motivos.

Este sistema de combinar hiladas y sardineles ya se empleaba en la Arquitectura Mudéjar, aunque la va-

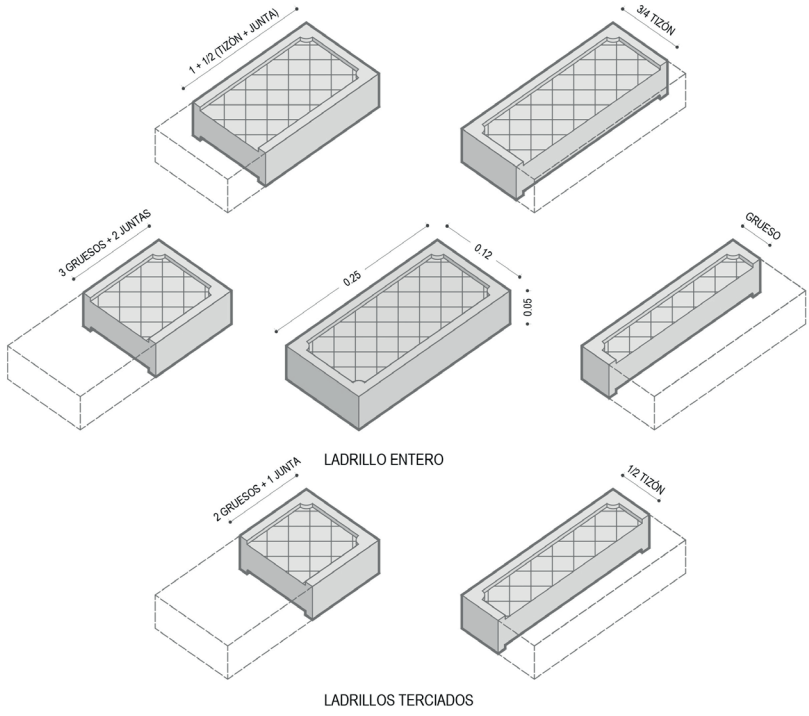


Figura 9. Piezas recortadas del ladrillo entero con las que se ejecutaba la ornamentación (Autores 2025)

Figura 10. La cornisa del edificio del Museo de Ciencias Naturales está formada por dos sardineles con ladrillos moldurados y dos filas de hiladas triscadas separados por hiladas corridas voladas. Fachada ejecutada con ladrillo de galletera con juntas resaltadas (Autores 2025).

riación de estas es ahora mayor, ya que en el Mudéjar no es habitual que las hiladas o sardineles sean dentados.

En la ornamentación en líneas horizontales también se puede encontrar elementos seriados que se repiten como en la figura 12 donde a la cornisa de cincha formada por una hilada triscada entre dos hiladas corridas, a la que se ha superpuesto un motivo escalonado formado por cinco hiladas, también entre dos hiladas corridas voladas (figura 11).

Ornamentación en líneas verticales

En los laterales de las fachadas (figura 8) y de los huecos se ejecutan pilastras que resaltan respecto del plano de la fachada o en los edificios industriales donde las pilastras refuerzas los machones en los que apoyan las cerchas de cubierta al tiempo que sirven como elemento ornamental. También hay elementos en vertical singulares, aunque son poco frecuentes ya que rompen el aparejo (figura 12).

Figura 11. Ladrillos en escalera entre hiladas corridas, respetando el aparejo en un edificio de viviendas (Camino-Olea 1990).

Figura 13. Fachada posterior del Teatro Zorrilla en su estado actual (Autores 2025)

Elementos singulares

Son elementos que se han localizado en algún edificio y no responden a los esquemas anteriores, bien por la colocación del ladrillo de forma singular o por emplear ladrillos moldurados o elementos cerámicos diferentes al ladrillo, medallones, bustos, balaustres, entre otros. Puede que uno de los elementos más singulares entre los localizados en Valladolid sea el remate de la fachada posterior del teatro Zorrilla en la que en por encima de un alero de modillones se construyó el pretil con ladrillos colocados a tizón escribiendo el texto "Teatro de Zorrilla", también ejecutado que después de más de un siglo el motivo se sigue rememorando el nombre de José Zorrilla, insigne escritor Vallisoletano, aunque algo desdibujado debido a que durante la rehabilitación del teatro se construyó un paramento detrás del texto y no hay tanto contraste como cuando se veía el cielo a través de los vacíos (figura 13).

Figura 12. Decoración singular de los entrepaños de un edificio de viviendas con motivos pinjantes.

La ornamentación y la tipología de los edificios

A el sistema de tipología ornamental que se ha explicado anteriormente hay que añadir otra variable y es el uso del edificio ya que en función del mismo los esquemas de las fachadas varían y con ellas las posibilidades de organizar los elementos ornamentales. Se pueden establecer tres tipologías diferenciadas que van a presentar, a su vez, esquemas ornamentales diferentes:

Los edificios de viviendas

En las Ordenanzas Municipales (Ayuntamiento Valladolid 1888) se señalaba que las fachadas debían ser simétricas y como los huecos son balcones y están en vertical, como corresponde a muros de carga, lleva a que las fachadas dispongan la ornamentación de forma simétrica en cornisas de cincha y de coronación, en ocasiones machones o refuerzos verticales, ornamentación en torno a los huecos, y en ocasiones en los entrepaños entre huecos (figuras 3 y 8), salvo alguna excepción. Estas fachadas presentan unos huecos que presentan un ancho aproximado de 1,25 metros se cierra con arcos rebajados o adintelados en la hoja exterior, con un guardapolvo con decoración.

Para solicitar licencia la documentación del proyecto era muy esquemática y no era necesario que la decoración figurase en el plano bastaba con dibujar el tamaño de los huecos en una columna y el eje del resto de los huecos ya que se entendía que la decoración se replantearía en obra.

Los edificios de uso público como edificios escolares

Estos edificios o los de uso administrativo o sanitario en general presentan ventanas, no puertas balconeras y huecos de mayor tamaño o huecos seriados próximos lo que introduce en algunos de ellos un elemento diferente en fachada como son los cargaderos (figura 14) o en ocasiones los arcos de medio punto y formando no ventanas, no puertas balconeras como en los edificios de viviendas. En general la ornamentación se limita a las cornisas de cincha y de cubierta y a algunas pilastras bien en los laterales de las fachadas o separando series de huecos.

Figura 14. Fachada lateral del Colegio Isabel la Católica (Autores 2025)

Figura 15. Naves de mantenimiento de la Uva antiguo edificio de uso industrial de principios del siglo pasado (Autores 2025)

Edificios industriales

Los otros edificios que presentas una organización de la ornamentación diferente son las naves industriales ya que generalmente son de una única planta y la estructura es de cerchas o formas que apoyan puntualmente en machones de refuerzo de las fachadas, los huecos con pequeños o inexistentes y la ornamentación es más simple (figura 15). Aunque no todos los edificios corresponden a esta tipología ya que las harineras que se construyeron en gran número por toda la provincia de Valladolid presentan fachadas de varias plantas con cornisas de cincha con ventanas con esquemas ornamentales en algunos casos similares a los de los edificios de viviendas (Rodríguez-Esteban et al. 2015)

Conclusiones

La fabricación industrial del ladrillo en grandes cantidades posibilita la construcción de numerosos edificios de ladrillo en los que este material se deja al descubierto, en fachadas, en una época en la que la

Arquitectura trata de mostrar la realidad construida evitando revestir los materiales.

Las características del ladrillo su regularidad de forma y dimensiones y la ejecución de las fábricas con juntas de mortero finas en comparación de las gruesas juntas de argamasa de cal con la que se construía con los ladrillos de tejar hace que se puedan aparejar los muros, en este caso con aparejo de tizones a la española, y la regularidad y el orden del aparejo es una de las características de la ornamentación de los paños ciegos de fachada.

Las características mecánicas del ladrillo son esenciales para ejecutar diversos tipos de ornamentación en las que los ladrillos van a estar muy expuestos en grandes voladizos remates con huecos, junto con la baja absorción de agua que suelen presentar los ladrillos mecánicos.

En la mayoría de los edificios la ornamentación se traza en obra basándose en esquemas simétricos en el caso de los entrepaños del hueco y del guardapolvo, el resto de la ornamentación en general no sigue el ritmo de los huecos es una ornamentación corrida de borde a borde de la fachada como las cornisas, lo que facilitaba su replanteo en obra.

Lista de referencias

Adell Argilés, J.M. (1987). Sobre la denominación del "Aparejo a la Española". *Actas del I Congreso Hispanoamericano de Terminología de la Edificación*. Valladolid.

Adell Argilés, J. M. (1987). *Arquitectura de ladrillos del siglo XIX: técnica y forma*. Fundación Universidad-Empresa.

AMVA (Archivo Municipal de Valladolid) (1984) Proyecto de edificio para el nuevo Ayuntamiento (expediente. antiguo.) legajo 98, expediente 42.

AMVA (Archivo Municipal de Valladolid) (1927) Proyecto de Casa de Socorro C00765-009planos.

Ayuntamiento Valladolid, *Ordenanzas municipales de la ciudad de Valladolid*, Valladolid: Imprenta A. Zapatero, 1888 https://bibliotecadigital.jcyl.es/es/consulta/registro.do?id=824

Borrás Gualis, Gonzalo (1985). *Arte Mudéjar Aragonés*. Ed. Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos y Aparejadores de Zaragoza, Zaragoza

Camino, S., Llorente, A., León, F. J., & Olivar, J. M. (2016). Characteristics of the Pressed Bricks Manufactured by Mechanical Tilery of Silió in Early 20th Century in Valladolid, Spain. *Procedia Engineering*, 161, 777-782.

Chabat, P. (1886). *La brique et la terre cuite*. Chez l'auteur.

De los Ríos, J. A. (1859). *El estilo mudéjar en la arquitectura*. Discurso del Ilmo. Sr. D. José Amador de los Ríos: leído en junta pública de 19 de junio de 1859 [ante la Real Academia de Bellas Artes]. 1872: Imprenta de Manuel Tello.

Gallego Ramos, E. (1909). *Estudios y tanteos. (Vol. 3)*. Biblioteca de la Construcción Moderna. Establecimiento tipográfico de Antonio Marzo, Madrid

Guiheux, A. (1985). *L'ordre de la brique* (Vol. 24). Éditions Mardaga.

Lacroux, J., & Détain, C. (1878). *Constructions en briques. La brique ordinaire au point de vue décoratif*, par J. Lacroux. Texte par C. Détain.

Martín Martín, E., & Martín Gómez, O. (2020). *El ladrillo prensado en la ciudad de Granada. Final del siglo XIX-principio del siglo XX*.

Perier y Gallego, P. 1853. *Tesoro de Albañiles o guía teórico-práctico-legislativa de albañilería*, Imprenta de Antonio Martínez, Madrid

Rodríguez Esteban, M. A., Camino Olea, M. S., & Sáez Pérez, M. P. (2016). Flour mills factories nearly 20th century: architectural models of brick in Zamora (Spain). *I Congreso Internacional de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública: Nuevas estrategias en la gestión del Patrimonio Industria*l (pp. 393-406). Sevilla: Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía, 2016.

Rodríguez Martín, J. A. (2015). *El ladrillo en la arquitectura de la ciudad: Cartagena 1870-1940*.

Escuela Primaria Benito Juárez (1928-1933), Colonia Bellavista, Ciudad Juárez, Chihuahua

Enrique Martín Cano Murillo
Pedro Tlatoani Molotla Xolalpa

El territorio que hoy ocupa la colonia Bellavista comenzó a poblarse entre 1881 y 1890, poco después de la llegada del Ferrocarril Central Mexicano. No se trataba aún de un asentamiento formal: los primeros habitantes eran trabajadores que cultivaban trigo, alfalfa y hortalizas en los terrenos de Mariano Samaniego e Inocente Ochoa. Allí levantaron sus viviendas provisionales, al menos hasta 1919. La zona estaba atravesada por la Acequia Madre, que aún la cruza. Su trazo, definido desde el siglo XIX, formaba parte esencial del antiguo sistema de riego que dio vida al valle.

Antecedentes. Colonia Bellavista

Bellavista y las colonias vecinas —como la Centro y la Chaveña— se consolidaron gracias a la cesión de terrenos municipales a familias de bajos recursos, quienes solo debían cubrir los costos de medición y titulación. En 1913 aparece por primera vez el nombre Bellavista, con José J. Flores y Apolonio Sánchez como propietarios. Ellos iniciaron la venta de lotes en abonos, dando paso al crecimiento urbano del sector.

En 1920, el parque Bellavista recibió el kiosco trasladado desde la Plaza de Armas, cinco años antes de que se autorizara formalmente su creación sobre un terreno expropiado en 1925. Ese mismo año se destinó un lote para la escuela pública del barrio, que ya en 1924 atendía a 220 estudiantes. De esa necesidad surgió el proyecto de la Escuela Primaria Estatal Bellavista.

Escuela Primaria Estatal No. 2 Benito Juárez

La historia de la Escuela Primaria Benito Juárez está estrechamente ligada al desarrollo de Bellavista. Refleja el esfuerzo colectivo de sus habitantes por transformar un antiguo terreno agrícola en un espacio urbano con identidad y vocación educativa.

En la década de 1920, las autoridades reportaban baja asistencia escolar: muchos niños preferían trabajar como lustradores o ayudantes, atraídos por la actividad del centro. A esto se sumó una decisión del cabildo que estableció la zona de tolerancia dentro de Bellavista, delimitada entonces por las calles Aldama, Morelos, Cobre y Las Lomas.

El 21 de marzo de 1924 inició actividades la hoy Primaria Federal Benito Juárez, primero en una casa de las calles Cobre y Mariano Samaniego. En 1928 se trasladó a su sede actual, en las calles Mejía y Oro, donde aún se conserva el busto de Benito Juárez que estuvo originalmente en la Plaza de Armas desde 1888, cuando Paso del Norte adoptó el nombre de Ciudad Juárez.

Enrique Martín Cano Murillo; Pedro Tlatoani Molotla Xolalpa – Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (México)

Figura 1. Colocación de la primera piedra en el edificio principal

El 16 de septiembre de 1928 se colocó la primera piedra del edificio principal. (Figura 1) El acto fue presidido por el presidente municipal, coronel Agustín Gallo, aunque el proyecto enfrentó varios contratiempos: la falta de agua y drenaje, y después la recesión económica de 1929, que limitó los recursos municipales. En medio de estas dificultades, el candidato a diputado D. M. Trigo donó un furgón de madera para apoyar la construcción.

Antes de su ampliación, la escuela recibió distintos nombres —entre ellos Escuela 288—, que cambiaban según la administración municipal. Con la inauguración del edificio principal en 1933, se le reconoció oficialmente como Centro Escolar Benito Juárez No. 467.

Hacia 1930, los vecinos se organizaron para gestionar servicios básicos como agua potable y drenaje. Ese mismo año se realizó una colecta entre el gobierno federal, el estatal y particulares, que reunió cinco mil dólares para reparar y ampliar las instalaciones.

A lo largo del tiempo, el edificio ha recibido diversas intervenciones. En 1971 se aplicaron los primeros aplanados y capas de pintura vinílica, y se dio mantenimiento a los techos de madera —probablemente de pino, roble o arce—, materiales comunes y duraderos en la región.

El edificio de la escuela pública Benito Juárez, ayer y hoy

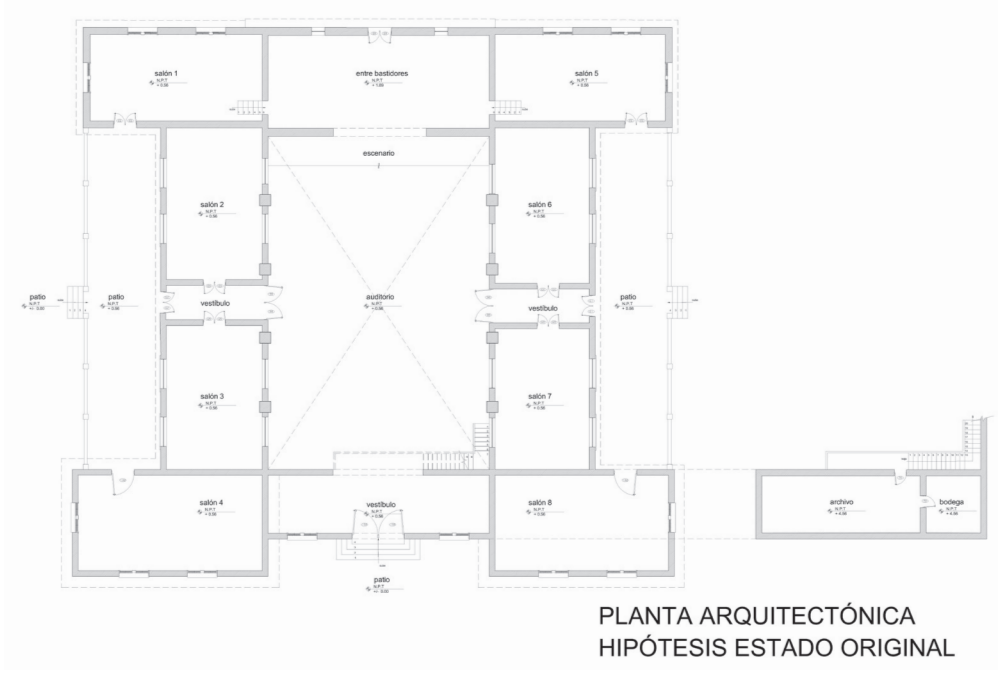


Figura 2. Planta arquitectónica. Hipótesis estado original

Al inicio del siglo XX los edificios predominantes en la antigua Paso del Norte eran únicamente destinados a vivienda y otras estructuras que acompañaban al quehacer doméstico; bodegas, graneros, caballerizas, etc.

El sistema típico de construcción era simple, muros que recibían las cargas de la cubierta y que a la vez confinaban los pisos. Los materiales, así mismo, eran sencillos y un tanto artesanales: adobe para muros y madera rústica para los otros dos sistemas. Sin embargo, fue justamente en ese periodo en que hubo una evolución constructiva que se manifestó en el diseño y construcción de edificios públicos de gran importancia, principalmente aquellos destinados a oficinas gubernamentales y hospitales.

La construcción del edificio del plantel educativo Benito Juárez fue un salto tecnológico en el ámbito de la edificación local, tanto en el diseño, como en los procedimientos constructivos; así como en el empleo de nuevos materiales.

Por ejemplo, el tradicional ensamble entre piezas de madera para los pisos se abandonó para implementar un nuevo sistema que resolvía a estos elementos, el concreto hizo su aparición como material imprescindible y permanente en la construcción en general: pisos, columnas y losas, todos los elementos fabricados con este material se generalizaron en esa época.

En el caso de los muros, del inmutable y eterno adobe se viró hacia la técnica de la mampostería de ladrillo de arcilla recocida reforzada con elementos hechos con el debutante concreto.

Para los elementos fabricados con madera se contó entonces con perfiles aserrados de manera industrial de diversas calidades y dimensiones[1].El tipo de madera procede principalmente de los bosques de Chihuahua y generalmente se trata de pino.

De la mano del empleo de nuevos materiales y sistemas constructivos iban el desarrollo e innovación de técnicas constructivas; de igual manera, el conocimiento y dominio de nueva herramienta y equipo para dar el paso a la modernidad en el campo de la edificación.

El edificio original del actual centro educativo Benito Juárez, fue diseñado y materializado con una combinación y aprovechamiento de las mejores propiedades y características de los entonces nuevos materiales[2].

Su sistema estructural permite una altura considerable, cercana a los 11 metros y el claro más largo es un poco mayor al de su altura; el reto fue utilizar los nuevos materiales disponibles en la región y la tecnología de vanguardia en su momento.

En síntesis, el complejo escolar original consta de un edificio con tres áreas bien definidas: el volumen central de mayor altura y adosados a cada lado, dos espacios en C y C invertida destinados a albergar 10 aulas; la estructura central es la que en especial nos ocupa en este escrito, cuyo corazón originalmente era un auditorio y ahora un gran patio techado a dos aguas. (Figura 2)

Comparado con los estándares actuales de diseño de escuelas gubernamentales, este proyecto representa una ejemplo genuino y significativo en la construcción de escuelas públicas en nuestra región.

Sistemas constructivos del edificio

Sistema estructural

Subestructura: Sobre la cimentación de la edificación solo se cuentan con datos superficiales obtenidos en campo y por analogía con otras estructuras semejantes; se asume que el conjunto cuenta con una cimentación de tipo continuo de concreto simple de 0.55 x 0.80 m que soporta al sistema de muros y columnas del conjunto y como elemento en contacto directo con el suelo natural, el material probable es un concreto ciclópeo con dimensiones no determinadas.

Supraestructura: El sistema integral de soporte hace de la volumetría del edificio un distintivo, la combinación de muros de carga, columnas y cubierta dan la forma característica a esta estructura.

Como en un análisis de cargas, empecemos describiendo la cubierta del edificio alto; con un área cercana a los 350 metros cuadrados, de 12.80 m de ancho por 27.80 m de largo. El sistema de cubierta está conformado por elementos hacia el exterior de cintas de madera, con gran probabilidad de pino. Estos perfiles de madera tienen 4 pulgadas de ancho, están apoyadas en vigas de madera de 6 pulgadas de peralte con un medio de sujeción a base de clavos y que eran la base del sistema de impermeabilización original (en hipótesis lámina ondulada). Las vigas se apoyan en las cuerdas superiores de las armaduras que salvan los ejes 3 al 6 (C – D) (Figura 3); en la parte alta de los muros cabeceros se fijó la estructura de madera de un sistema singular a base de un entramado de perfiles de madera.

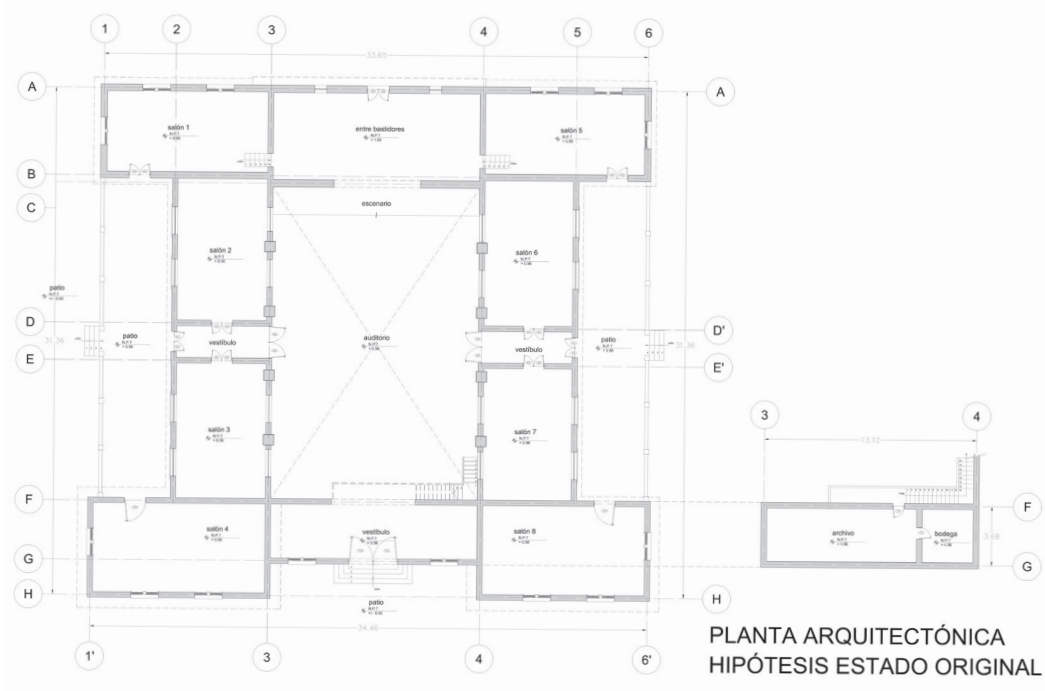


Figura 3. Planta arquitectónica. Hipótesis estado original

Figura 4. Pernos de conexión en armaduras.

Las armaduras son del tipo Howe ensambladas con perfiles de madera y como conectores se emplearon pernos metálicos de cabeza redonda y cuello cuadrado de diámetro 3/4 de pulgada, con arandela y tuerca cuadrada (Figura 4). El peso estimado de las armaduras es de 600 Kg. cada una.

Su diseño y cálculo indudablemente debieron haber considerado los requerimientos de empuje de

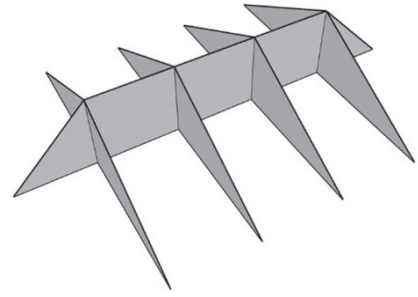


Figura 5. Modelo estructural de techumbre

viento, nieve y lluvia todos importantes factores de carga en la zona. El conjunto de elementos que logran la estabilidad estructural se detalla en el modelo adjunto (Figura 5).

El apoyo entre la cuerda inferior de cada armadura y la parte superior de las columnas que las soportan es uno de los puntos críticos de sujeción para resistir principalmente los empujes de viento. Desde el interior se aprecia la conexión de apoyo, es en este punto que el sistema estructural se diversifica, combinándose con el de confinamiento (Figura 6).

Las columnas ubicadas en los ejes 2 al 7 (C -D) son de madera con una sección estimada de 8 x 8 pulgadas, la longitud de los elementos no se ha verificado en campo; sólo por algunas calas y pruebas no destructivas indican que tienen un largo de 3.40 m. El arranque de cada columna ocurre en la parte superior de los muros de adobe que son coronados por un elemento continuo de sección rectangular de concreto simple al cual se anclan.

Los posibles movimientos de las columnas en el sentido de los ejes de las armaduras están restringidos en su base por los muros de adobe y en los ejes colineales al sistema de entramado que constituye los muros de la envolvente que está en contacto con la cubierta, la rigidización y anclaje se lograron mediante tirantes diagonales sujetos a las columnas de madera.

En correspondencia con la proyección de las columnas de madera, se encuentran ahogadas en los muros de adobe del nivel bajo del edificio columnas de sección cuadrada conformadas por mampuestos pétreos.

El elemento que recibe las bases de esas columnas es un prisma masivo de concreto simple de sección rectangular 0.55 x 0.80 m. Mediante detector de metales se confirmó la ausencia de varillas de acero de refuerzo en el cuerpo de este elemento.

El anclaje de las columnas fue uno de los puntos del sistema que requirió de un análisis más profundo tanto en el campo como en referencia de proyectos análogos; finalmente se asumió como posible sistema el descrito. (Figura 7)

Los muros que en su base son de adobe tanto en la nave como en las aulas funcionan en ambos casos como estructuras de carga. En las aulas son apoyo simple de las cubiertas: vigas, listones y lámina; por otra parte, en el edificio alto son soporte de muros sobrepuestos construidos con un sistema ligero el cual tiene gran semejanza con el sistema americano conocido como *Balloon Frame* de utilización generalizada en el alto Medio Oeste del vecino país a inicios del siglo XX (Figura 8).

Este último sistema de muros es también un distintivo del conjunto constructivo; consta de un bastidor fabricado con barrotes de madera envuelto por malla metálica del tipo de metal desplegado que

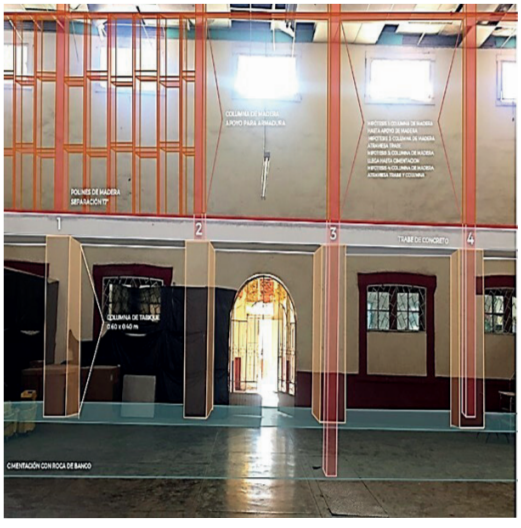


Figura 6. Hipótesis del sistema estructural.

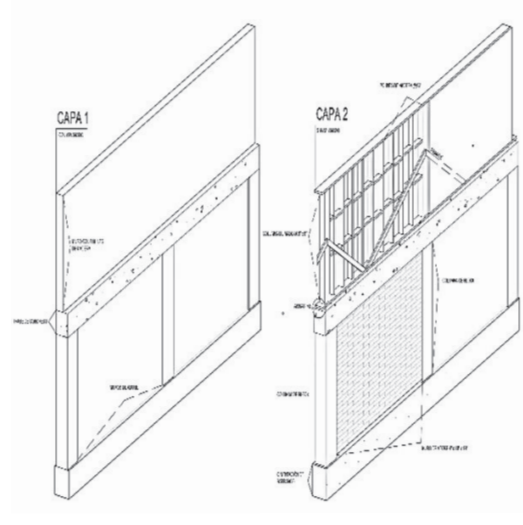


Figura 7. Anclaje de columnas

Figura 8. Balloon Frame System

Figura 10. Junta constructiva

proporciona el medio de fijación del mortero que da acabado primario a estos muros. Como elemento estructural solamente soporta los empujes de viento sin cargas por gravedad, salvo su propio peso. (Figura 9).

En cuanto a los espacios destinados a aulas son de un solo nivel; con muros de adobe y techumbre con vigas de madera. Se pueden describir como dos estructuras en C adosadas al edificio principal y su solución constructiva fue un tanto tradicional, incluso en el tiempo de su ejecución. Cabe la aclaración, indicar que en un momento cercano a la conclusión y con gran probabilidad durante la ejecución final del conjunto, se decidió agregar a ambos lados una prolongación de aulas y espacios no determinados en su uso. Lo anterior se corroboró al momento de hacer calas que mostraron la junta constructiva y los materiales diferentes al sistema original. (Figura 10)

Unos elementos decorativos que lo ponen de manifiesto son los dinteles y jambas de las puertas y ventanas que originalmente eran de un material pétreo que en la ampliación fue sustituido por ladrillo de arcilla recocida; este cambio originó también un sutil, casi imperceptible cambio en la forma de los elementos mencionados (Figura 11)

Figura 9. Bastidor con malla de metal desplegado

Figura 11. Ladrillo de arcilla recocida.

Sistema de confinamiento

Pisos: No queda ninguna aula con el sistema original de pisos; estos utilizaban elementos de madera (vigas) para recibir las tiras de duela que constituían la superficie de tránsito en estos espacios. No existe evidencia fehaciente de que el piso del patio central fuera también un entarimado de duela; solamente por analogía consideramos que fue también resuelto por este sistema. Actualmente los pisos en su mayoría son de concreto con un acabado liso; con excepción de los pisos del archivo y bodega ubicados en un segundo nivel (ejes 7 - 9 entre C – F).

Muros en el interior

Muros de adobe: Los muros de adobe de la base del edificio principal y los de las aulas tienen un acabado primario de mortero de cal-arena que a lo largo de su existencia han sido cubiertos con capas sobrepuestas de diferentes tipos de pintura.

Existen en ellos vanos de puertas y ventanas, enmarcados por dinteles y jambas de ladrillo. Estos elementos ornamentales en algunos sitios han sido cubiertos con capas de mortero, cambiando así su figura original de un aparejo de ladrillo. El mismo caso presentan las columnas con cara hacia el interior del recinto alto; solamente mediante calas y por solución análoga con las caras al exterior de jambas existentes, se corroboró el diseño original en bloque pétreo oscuro (Figura 12).

Muros de bastidor: Estos elementos integrantes del sistema de confinamiento conservan en su interior el acabado base de mortero sobre el bastidor de madera y un acabado final de pintura que ha sido sobrepuesta en periódicas capas de su mantenimiento. Esencialmente no han sufrido cambios. Alojan también cuatro ventanas cada uno de los costados norte y sur.

Muros al exterior

Muros de adobe y de bastidor: Al igual que en el interior los acabados son semejantes: aplanados de mortero y pintura. Reiteramos que los elementos ornamentales en dinteles y jambas han sido cubiertos por plastas de mortero (Figura 13).

Plafones: En el edificio principal quedan aún remanentes de la estructura y placas que conformaban al sistema de plafones suspendidos de las armaduras; se aprecia el bastidor original hecho con barrotes de madera y algunas placas de un aglomerado de fibras aparentemente de madera semejantes al *Celotex*[3]. Sobre este posteriormente fue instalado un sistema suspendido independiente de plafones del tipo acústico en armazón metálico (Figura 14)

En todas las aulas se conservan en buen estado aun los cielos originales fabricados con madera machimbrada

Figura 12. Detalle de aplanado en mampuestos de columnas.

Figura 13. Sistema de muros al exterior.

Figura 14. Foto de estructura de plafones en patio techado

Instalaciones

Sobre el suministro de agua potable no se cuenta con información corroborable de su origen y sistema de distribución; se asume extracción por medio de un pozo, actualmente se encuentra en el costado poniente un pozo en desuso perteneciente al organismo gubernamental de extracción pública de agua potable. No existe evidencia física del lugar de ubicación de baños; del desalojo de agua servida sólo se tienen reminiscencia de una parte de su sistema de disposición por medio de tubería de fierro fundido el destino final debió haber sido una letrina.

Para la climatización del lugar no existen testimonios de sistemas mecánicos y/o aparatos semejantes utilizados; por su geometría para su enfriamiento debió haber sido suficiente la presencia de ventanas que provocaban una ventilación a través de los espacios. Para generar calor, coadyuvando a los materiales de gran espesor en muros, se solía emplear calentadores a base de combustibles orgánicos: leña o carbón.

En cuanto a la iluminación, por los referentes históricos, el uso de la electricidad no había sido generalizada en tiempos de inicio de funciones de la escuela, por lo que se piensa que las ventanas proveían la iluminación suficiente para las actividades cotidianas del centro escolar[4].

Materiales y nueva tecnología

Equipo y herramienta

De manera simultánea, al implementar nuevos materiales también se desarrollaron nuevas técnicas, herramienta y equipo para dar solución a los requerimientos del proceso de construcción del edificio citado.

En una época en que las grúas eran desconocidas en la región; lo más probable es que para el izamiento y montaje de elementos estructurales de gran volumen y peso considerable se hayan empleado estructuras temporales de madera (torres) y sistemas de carga a base de poleas y cuerdas (malacates).

El montaje de armaduras debió haber sido una de las acciones más demandantes del ingenio y aplicación de los principios de la física para su ejecución. Recordemos que cada armadura tiene en longitud cerca de 13 metros y un peso aproximado de 600 Kg. Elevar una estructura de tales dimensiones, aun en la actualidad no es una maniobra del todo sencilla.

Para el corte de elementos de madera el equipo utilizado debió haber sido mayormente manual; así mismo su perforación. Sierras y berbiquíes seguramente fueron herramienta protagonista en el manejo de la madera.

Los conectores mencionados (pernos metálicos) en la fabricación de las armaduras fueron también actores importantes en el ensamble de partes de los elementos estructurales de madera.

Otro medio de sujeción en elementos de madera fue el uso masivo de clavos en diferentes longitudes y grosores[5].

La herramienta tradicional permaneció durante la ejecución del proyecto: cucharas de albañilería y niveles, picos y palas, andamios e hilo; todos al unísono para resolver los retos del nuevo sistema constructivo que dio presencia permanente al edificio de la Escuela Primaria Benito Juárez, localizada en un barrio antiguo de la ciudad del mismo nombre.

Materiales

Barranco: Es un término que ha quedado en el olvido y que solo algunos veteranos de la construcción local recuerdan y confirman su existencia y uso; el barranco era una mezcla de rocas y arena que en la construcción artesanal se utilizaba para fabricar con-

Figura 15. Elemento de concreto fabricado con barranco

creto, siendo utilizados como agregados (áridos). El material grueso era una combinación de cantos rodados de diferente granulometría; por otra parte, el fino era arena silícea. El conjunto se encontraba ya premezclado de forma natural como un depósito fluvial localizado en laderas y fondos de ríos arroyos. El término barranco alude al corte que se hacía a los taludes de los cauces naturales de agua corriente. Es evidente que no cumple con las normas y especificaciones actuales para el diseño de un concreto; sin embargo, su permanencia demuestra su aceptable desempeño como agregados del concreto (Figura 15).

Ladrillos y bloques: El material empleado para conformar los remates superior y lateral de puertas es un bloque semejante al de las columnas de dimensiones 3 x 4 x 8 pulgadas que fue asentado con mortero cal-arena.

Celotex: En el sistema de plafones del patio techado aún permanecen vestigios del armazón de sostén, así como algunos de los tableros originales.

Deterioros

El presente trabajo no pretende ser un dictamen técnico del edificio en cuestión, por lo que nos concretaremos a una somera descripción de sus lesiones.

Sistema estructural

Después de una inspección minuciosa no fueron detectadas manifestaciones de fallo estructural; no se apreciaron ni asentamientos ni agrietamientos significativos o desplomes que fueran indicio de alguna anomalía de este sistema.

Sistema de confinamiento

En este sistema se detectaron varias lesiones, sobre todo que afectan su apariencia; en orden mencionaremos las más importantes.

Desprendimientos

Tanto en el interior como en el exterior, los aplanados de muros presentan zonas en que este recubrimiento se ha desprendido, dejando al descubierto el material base, lo que ha permitido aseverar el tipo de materiales empleados para su construcción. Por consecuencia el acabado final en pintura ha sido afectado de igual manera.

Humedades

La infiltración directa de agua pluvial a través de la cubierta fue uno de los factores en que el sistema de plafones originales se haya perdido casi en su totalidad. En la actualidad la cubierta ha sido impermeabilizada con un sistema afín a los elementos remanentes de madera.

En algunas bases de muros, es manifiesta la presencia de manchas, ahora secas, de la acción de la humedad en estos elementos lo cual se manifiesta con una señal auditiva de oquedad entre el aplanado y el material base, además de que algunas calas lo confirmaron.

Alteraciones

Las alteraciones más notables con relación a los acabados ocurren en pisos, muros y elementos ornamentales.

Los pisos que originalmente eran de duela fueron sustituidos casi en su totalidad por firmes de concre-

to; permanecen solo en el área contigua al antiguo balcón y en la zona del foro.

El sistema de plafones en el patio techado, que originalmente era de madera y placas de fibra vegetal, en algún momento fue ocultado por un sistema de placas acústicas montadas en un armazón metálico.

Una acción común en los muros interiores y exteriores fue ocultar con aplanados los elementos que daban forma a dinteles y jambas. Solo mediante calas se descubrieron su geometría y acabado originales. Como ya se mencionó, son manifiestas las diferencias sutiles entre las jambas y dinteles de las puertas; las modificaciones notables se presentan en los arcos de los dinteles con diferentes curvaturas

Mas recientemente, fueron añadidos dos espacios al acceso del edificio principal ahora utilizados como dirección del plantel y como sala de maestros.

Sistema electromecánico

Todas las instalaciones que requiere el edificio para su buen funcionamiento fueron colocadas muy posteriormente a su construcción original; así que se manifiestan canalizaciones y cableados eléctricos, enfriadores evaporativos, calentadores a gas, etc. como aditamentos necesarios y no contemplados en el proyecto inicial.

Conclusión

Descubrir, conocer y comprender a este conjunto estructural de más de 100 años de antigüedad, escondido en la actual maraña urbana, nos motiva a divulgar su existencia, a compartir su importancia y a coadyuvar en las gestiones pertinentes para implementar acciones que permitan conservar y preservar a este irrepetible testimonio material de la participación de nuestra ciudad en la historia de la construcción.

Notas

1. Cabe mencionar que desde ese entonces y aún en la actualidad, en nuestra ciudad, la madera se maneja cotidianamente mediante el sistema inglés.
2. Son ejemplos contemporáneos e innovadores de esos días, las siguientes estructuras: Centro educativo Revolución y el Edificio Sauer, ambos aun existentes y localizados en la zona centro de la ciudad.
3. Nos referimos, no a la marca comercial, sino al ahora nombre genérico de los tableros de fibras orgánicas comprimidas ya sean de celulosa o bagazo de caña; material de gran susceptibilidad a la humedad.
4. Sólo existían pequeñas empresas extranjeras privadas; se sabe que, en El Paso, Texas, nuestra vecina ciudad, la compañía El Paso Electric era el principal proveedor de electricidad. Sin confirmar, es probable que haya vendido fluido eléctrico a nuestra ciudad, por ende, que también haya sido proveedor del edificio en estudio. No se han manifestado elementos propios de una instalación eléctrica en el edificio.
5. Fue la producción industrializada la que promovió el uso generalizado, como medio de sujeción de los clavos para elementos y sistemas a base de madera, como es el caso específico del *Baloon Frame System*; recordar que el clavo antecesor era una pieza individual forjada a mano.

Lista de referencias

Ching, Francis D. K., y Adams Cassandra. 2024. *Building Construction Illustrated.* 6th ed. Hoboken, NJ: Wiley. Capítulos 5 (p. 41) y 7 (p. 32).

CRRMA. Moving Forward: El Paso's Streetcar History. *CRRMA*. Consultado el 9 de octubre de 2025. https://www.crrma.org/streetcar

González Milea, Alejandro. 2021. *Una mirada a los constructores de una ciudad fronteriza. Ingenieros, arquitectos y maestros de obra en Ciudad Juárez (1888-1928).* Ciudad Juárez.

Instituto Municipal de Investigación y Planeación. 2020. *Plan de renovación y recuperación urbana de los siete barrios históricos. Tomo 4. Colonia Bellavista.* Ciudad Juárez.

León García, Ricardo y Palacios Hernández, Samuel Josué. 2020 Barrios antiguos de Ciudad Juárez. Una crónica. *Chihuahua hoy, 18,* pp. 77-111

Montiel Méndez, Yolanda. 2022. Configuración de un territorio urbano moderno en la frontera norte. Ciudad Juárez 1880-1920, *Chihuahua hoy, 20,* pp. 13-61

Peterson, Fred W. 2008. *Homes in the Heartland: Balloon Frame Farmhouses of the Upper Midwest.* Minneapolis: University of Minnesota Press. pp. 5–24.

Santiago Quijada, Guadalupe. 1998 *Cambios y permanencias en la estructura de la propiedad de la tierra y conformación urbana de Ciudad Juárez, 1888-1935.*Instituto Mora, CMDX

Valencia, Nestor A. 1969. *Century urbanization in Latin America and a case study of Ciudad Juarez. El Paso, Texas*.

El puente medieval de Frías: análisis geométrico de sus arcos

Laura Carmona-López
Mathias Häcki

El puente medieval de piedra en Frías se atribuye a un posible origen en el siglo XII, a partir de su primera mención en 1181 (Cadiñanos Bardeci 1991, 18; Chías Navarro y Abad Balboa 1994, 106). Consta de nueve vanos y presenta una combinación de formas geométricas que reflejan la evolución de su fábrica a lo largo del tiempo, probablemente ya en periodo medieval.

Este trabajo explora el potencial del análisis geométrico para contribuir al estudio de puentes históricos, a través del caso del puente medieval de Frías (Burgos). Forma parte de una investigación más amplia sobre la historia constructiva del puente, incluyendo un análisis detallado de su fábrica y de las fuentes históricas existentes.

Si bien la geometría está inevitablemente ligada a la estructura física y material del puente, este estudio aísla el análisis de las formas de los arcos para examinar lo que puede deducirse únicamente a partir de su geometría. Se comparan las geometrías idealizadas de los arcos con su forma actual mediante documentación precisa y herramientas computacionales, lo cual permite establecer relaciones entre los diferentes arcos que no serían identificables mediante métodos convencionales. Esta comparación sirve para reflexionar sobre las técnicas de construcción, así como sobre las deformaciones que pueden haber ocurrido a lo largo del tiempo o durante la propia construcción. Si bien los resultados se basan en datos empíricos, no deben interpretarse como conclusiones definitivas, sino como hipótesis de carácter exploratorio propias del enfoque de este estudio.

El puente de Frías

El puente medieval cruza el río Ebro (fig. 1), al norte de la ciudad de Frías, en la provincia de Burgos. Aunque a menudo se le ha atribuido a un origen romano, se considera más plausible que su construcción date del siglo XII, con la mayor parte de su estructura actual perteneciendo al periodo bajomedieval (Cadiñanos Bardeci 1991, 18; Chías Navarro y Abad Balboa 1994, 106). La primera mención al puente, en 1181, aparece en el Fuero de Medina. Según Cadiñanos Bardeci (1991, 18), su construcción fue una consecuencia lógica de las políticas de repoblación impulsadas por Alfonso VIII.

El puente está compuesto por nueve arcos de sillería, tanto apuntados como de medio punto, con luces comprendidas entre 6,7 y 13,8 metros. El puente alcanza unos 140 metros de longitud a lo largo de sus nueve arcos, llegando a los 175 metros si se incluye la estructura restante. Los pilares son muy irregulares en cuanto a forma, tamaño y alineación, y parecen haberse construido adaptándose al lecho rocoso del río en sus afloramientos más favorables. Como resultado, el puente presenta dos quiebros notables en su eje longitudinal. Destaca además la presencia de una torre situada entre sus dos arcos apuntados.

Laura Carmona-López; Mathias Häcki – ETH Zürich

Figura 1. Puente de Frías. Vista desde aguas arriba (elaboración propia, 2024)

Aunque se desconoce la datación de las diferentes fases constructivas, la construcción de la torre se atribuye generalmente a finales del siglo XIV (Cadiñanos Bardeci 1991, 18; Chías Navarro y Abad Balboa 1994, 106). A su vez, existen registros de restauraciones o reconstrucciones parciales en los siglos XVII, XVIII y XX (Ministerio de la Vivienda. Dirección General de Arquitectura 1970; Cadiñanos Bardeci 1991; Hombría Maté et al. 2018). Respecto a la forma y cronología de los arcos, se han planteado algunas ideas, como la posibilidad de que los arcos rebajados sean los más antiguos o que los dos últimos vanos del extremo sur se reconstruyeran en el siglo XVIII (Cadiñanos Bardeci 1991, 18).

Los periodos constructivos visiblemente diferentes y la variedad de formas geométricas en los arcos hacen de este puente un caso de gran interés para el análisis geométrico, con el fin de comprender mejor su construcción y las modificaciones posteriores.

En el proyecto de restauración de 1970 se encuentra un plano de elevación del puente, que incluye un análisis previo de la geometría de sus arcos (Ministerio de la Vivienda. Dirección General de Arquitectura 1970). Este dibujo sugiere la localización de los puntos centrales de la curvatura de cada arco, vistos desde la elevación aguas abajo.

Antecedentes

Los métodos de levantamiento contemporáneos permiten alcanzar niveles de precisión muy altos, lo que ha propiciado un mayor uso de enfoques computacionales en el estudio de los puentes históricos de fábrica. Uno de estos enfoques es el análisis geométrico de la estructura, que también puede servir como herramienta para comprender aspectos constructivos o la evolución de la fábrica del edificio.

Un ejemplo es el estudio de Bruno N. et al. (2019) sobre el puente decimonónico de Ponte Taro, en el norte de Italia. Este estudio utiliza el análisis geométrico para investigar deformaciones e irregularidades en arcos y pilares como evidencia de su historia constructiva. Compara las alturas medidas de claves y pilares con un nivel teórico de referencia, interpretando las desviaciones como signos de asentamiento o errores de construcción. Otros estudios se centran en tratados históricos para reconstruir reglas de diseño tradicionales de los arcos de fábrica. Antonio Brencich y Renata Morbiducci (2007) comparan dichas reglas con estructuras existentes, señalando que los procesos constructivos, y en particular el descimbrado, pudieron haber influido en la geometría, provocando desviaciones iniciales que a veces se interpretan como deterioro posterior (Bruno et al. 2019; Brencich y Morbiducci 2007).

El uso del análisis geométrico está más desarrollado en el estudio de bóvedas históricas de edificios como iglesias o catedrales. En el marco del creciente interés por estas tecnologías aplicadas a la comprensión de prácticas constructivas del pasado, recientemente se ha desarrollado una herramienta computacional para comparar formas geométricas ideales con las medidas (Häcki et al. 2025). Esta herramienta se ha aplicado en el análisis geométrico del puente de Frías. Si bien existen estudios geométricos de puentes de fábrica históricos, conviene señalar que la mayoría están muy orientados a la ingeniería y centrados en evaluación estructural, capacidad portante o modelización numérica.

Metodología

El análisis geométrico se basa en una reconstrucción tridimensional del puente, generada a partir de una fotogrametría con dron. El objetivo es determinar el centro o centros teóricos de curvatura de cada arco a través de secciones digitales, creadas la intersección de un plano con la malla tridimensional. Las desviaciones de la forma se indican al contrastar la curvatura ideal con la curvatura real del arco. Dichas desviaciones se visualizan en gráficos en 2D y, opcionalmente, en 3D. La visualización 3D resulta especialmente útil en los casos en que el arco presenta deformaciones más irregulares o complejas (fig. 2). En estas visualizaciones, el color rojo indica desviaciones hacia el interior, mientras que el azul señala las desviaciones hacia el exterior.

Figura 2. Visualización 3D de las desviaciones en el arco 5 (elaboración propia, 2025)

Los pilares se excluyeron del análisis dada su naturaleza irregular y sus modificaciones posteriores. El arranque de los arcos también es a menudo irregular, lo que probablemente refleja su adaptación a los pilares. Como referencia para el análisis se tomó el inicio de la curvatura visible.

Resultados

Los arcos del puente se han numerado del 1 al 9 en la fachada aguas arriba (fig. 3), correspondiendo a la a orientación norte-sur del puente de Frías. La siguiente tabla (tabla 1) resume las dimensiones básicas, tipología y desviación de cada arco. Para presentar los resultados del análisis, los arcos se han agrupado según su forma geométrica y proximidad física. Se han considerado arcos apuntados aquellos en los que se identifican dos segmentos circulares claramente diferenciados, definidos por dos centros separados aproximadamente un tercio de la luz total.

Arcos 1-4

Los arcos 1 a 4 presentan centros dobles situados muy próximos entre sí, lo que sugiere una geometría apenas apuntada. Estos arcos se han categorizado como de medio punto debido a la mínima distancia entre centros, especialmente en el arco 4 (fig. 4).

Conviene señalar que los arcos 1 y 2 están parcialmente enterrados, siendo el arco 1 apenas visible. En estos casos, el análisis se ha limitado a la parte visible de la estructura. El arco 3 también está parcialmente enterrado, aunque únicamente en su arranque norte.

En cuanto a deformación, los arcos 1 a 3 no muestran desviaciones significativas respecto a su geometría ideal. El arco 4, en cambio, presenta una desviación notable en su lado sur, hacia el pilar IV. La desviación comienza en la parte inferior del arco con un desplazamiento hacia el interior, seguido de alternancias de desviaciones hacia el exterior e interior conforme el arco asciende hacia la clave. Un patrón de desviación similar puede observarse también en los arcos 2 y 3, aunque en una escala mucho menor.

N°	Luz (m)	Flecha (m)	Tipología	Desviación mediana (cm)		
				Arco completo	Segmento izquierdo	Segmento derecho
1*	>8	>2,3	Medio punto	1,38	1,59	1,12
2*	>12,7	>4,7	Medio punto	0,96	1,45	0,77
3*	>13,2	>5,6	Medio punto	1,38	1,42	1,35
4	13,8	6,3	Medio punto	1,79	3,38	1,28
5	11,2	6,7	Apuntado	4,08	4,05	4,13
6	10,9	6,3	Apuntado	1,24	0,56	2,26
7	12,1	4,9	Medio punto	5,98	-	-
8	10	5,5	Medio punto	1,84	-	-
9	6,7	3,5	Medio punto	0,44	-	-

Tabla 1. Valores de dimensiones, tipología y desviación de los arcos 1 a 9. Arcos señalados con asterisco parcialmente enterrados, cálculos realizados sobre la parte visible (elaboración propia, 2025)

Arcos 5-6

Los arcos 5 y 6 (fig. 4) muestran formas claramente apuntadas, con centros dobles en una proporción de aproximadamente 1/3. Sin embargo, el arco 5 presenta considerables desviaciones respecto a su curvatura ideal, simétricas a ambos lados. En contraste, el arco 6 solo exhibe desviaciones menores, concentradas en su lado norte (fig. 4). Independientemente de su extensión, ambos arcos siguen el mismo patrón de deformación, similar al del arco 4 pero con magnitudes diferentes.

Arcos 7-9

El análisis geométrico del arco 7 indica que se trata de un arco de medio punto, con un único centro y desviaciones significativas. Tanto el arco 7 como el 8 presentan una adición estructural en su lado aguas arriba, en forma de refuerzo o recrecimiento. La geometría de estas adiciones coincide con la de los arcos originales, como cabría esperar dado que probablemente se construyeron siguiendo la curvatura existente.

La desviación observada en el arco 7 comienza con un desplazamiento hacia el interior en el arran-

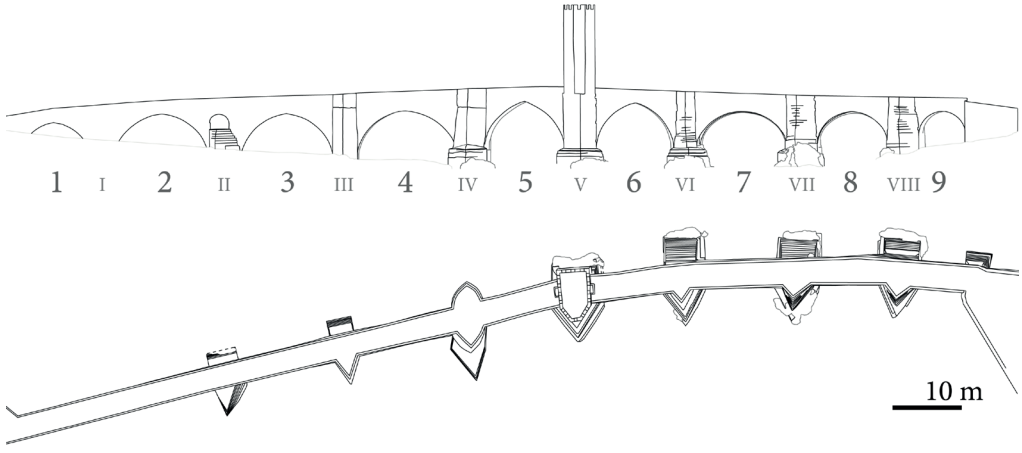


Figura 3. Alzado aguas arriba y vista superior del puente medieval de Frías. El extremo izquierdo corresponde al norte. El plano se elaboró a partir de dos ortoproyecciones de la fotogrametría para mayor precisión ortogonal (elaboración propia, 2025)

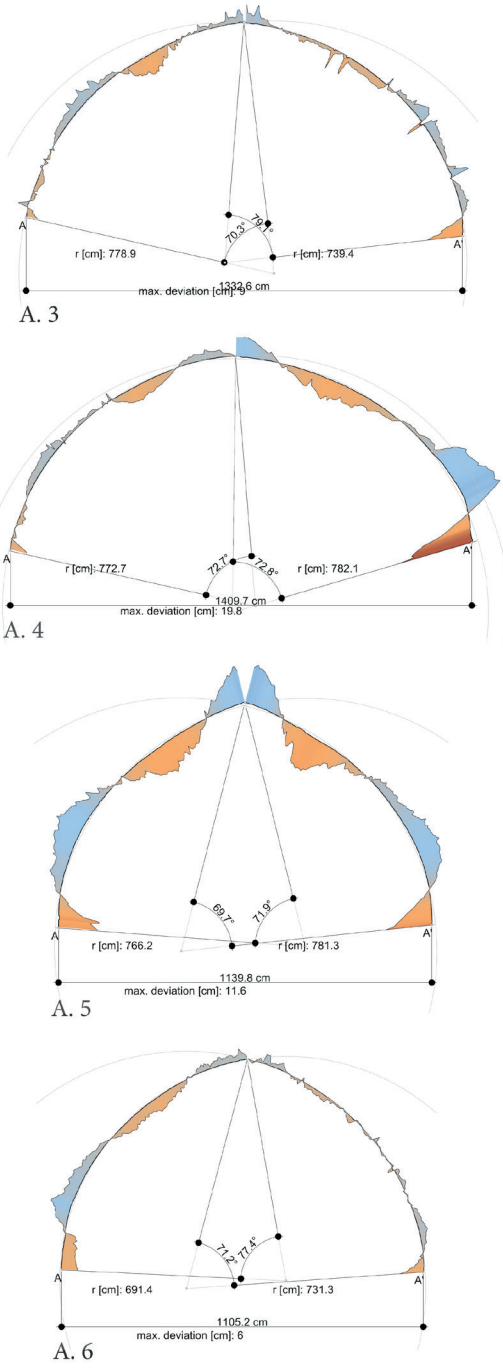


Figura 4. Gráficos de las desviaciones en los arcos 3 a 6 (elaboración propia, 2025)

que, seguido de una desviación hacia el exterior cerca del punto medio, y culmina con una desviación acusada hacia el interior en la clave. El arco 8 muestra una geometría de medio punto casi perfecta, ajustada a lo que se observa en su trazado visible. Solo presenta desviaciones muy pequeñas, siguiendo el patrón típico para este tipo de arco: hacia dentro en el arranque, hacia fuera en el punto medio y de nuevo hacia dentro en la clave. El arco 9 muestra un arco de medio punto limpio y sin desviaciones.

Comparación con plano de 1970

La comparación entre los centros del plano de 1970 (fig. 6) (Ministerio de la Vivienda. Dirección General de Arquitectura 1970) y los del presente análisis revela algunas diferencias.

La más significativa aparece en el arco 7. El plano señala tres centros, lo que sugiere un arco rebajado, con un centro inferior y otros dos más altos a los lados.

Los centros de los arcos 1, 3 y 4 aparecen más separados, y los del arco 2 algo más próximos que en

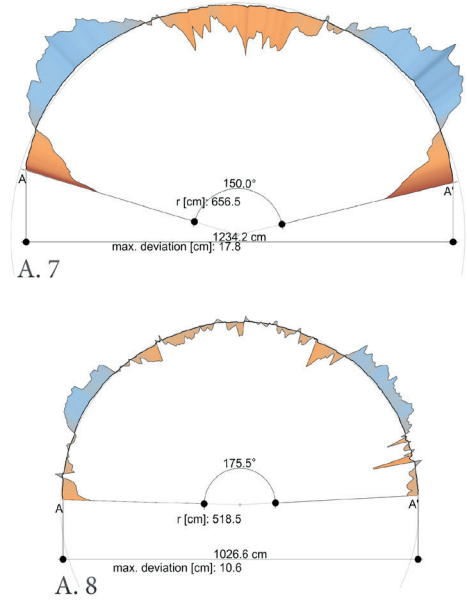


Figura 5. Gráficos de las desviaciones en los arcos 7 y 8 (elaboración propia, 2025)

el análisis. En ningún caso, la separación indicada se aproxima a un tercio de la luz, salvo quizá en el arco 1, en gran parte enterrado.

El arco 8 también se representa en el plano con dos centros muy cercanos. En el análisis expuesto anteriormente, este arco aparece con un único centro. En conjunto, los arcos 5, 6 y 9 muestran resultados muy similares a los obtenidos en el análisis, mientras que en el resto las diferencias son menores y únicamente el arco 7 muestra una discrepancia significativa.

Las diferencias pueden estar relacionadas con posibles imprecisiones o incertidumbres del plano de 1970, el cual no especifica el método de levantamiento, o con uso de un criterio distinto para determinar los centros de los arcos. Estas discrepancias han de tenerse en cuenta, puesto que también podrían reflejar cambios posteriores en la estructura del puente.

Discusión

Los resultados sugieren una variedad tipológica de arcos, con cierta ambigüedad en la clasificación entre arcos de medio punto y ligeramente apuntados en función de la proximidad de sus centros. A su vez, se identificaron patrones de deformación o desviaciones particulares en las formas de los arcos.

Un patrón de desviación recurrente, común a todos los arcos, sigue la secuencia ya mencionada: hacia dentro en los arranques, seguido de desplazamientos hacia fuera y hacia dentro, y de nuevo hacia fuera en los casos con dos centros. Este tipo de desviaciones es característico en arcos de fábrica y suele atribuirse al asentamiento de la estructura tras el descimbrado, que puede provocar un ligero desplazamiento hacia fuera de los pilares bajo el empuje diagonal. Este proceso puede dar lugar a un patrón de deformación característico conocido como mecanismo de tres articulaciones. En este caso, la magnitud de las deformaciones estaría directamente relacionada con el desplazamiento hacia fuera de los pilares de apoyo.

La presencia de dobles centros en los arcos 1 a 4, muy próximos entre sí, podría reflejar más bien el método de construcción que una decisión de diseño deliberada. Es posible que se pretendiera un trazado de medio punto, pero que se empleara un cimbraje compuesto por dos segmentos independientes, uno para cada lado. Un ligero desplazamiento de la cimbra o la naturaleza inherente de trabajar con dos mitades, podría haber generado dos centros apenas divergentes. Al mismo tiempo, los arcos 1 a 4 presentan luces mayores que los demás, siendo el arco 4 el mayor con 13,8 metros, frente a los 12,1 metros del arco 7, siguiente en tamaño. Esta diferencia podría reflejar la mayor dificultad de construcción y la necesidad de que el cimbraje se compusiera de dos partes.

Más allá del mecanismo de tres articulaciones, las desviaciones respecto a la curvatura ideal son casi

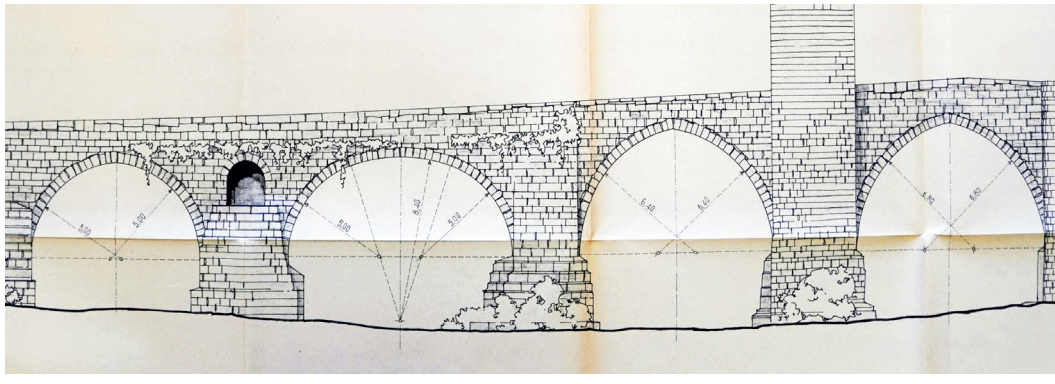


Figura 6. Plano de 1970, alzado aguas abajo. Detalle de los arcos del 8 al 5 de izquierda a derecha (Ministerio de la Vivienda. Dirección General de Arquitectura 1970, Archivo de Burgos)

imperceptibles en los cuatro primeros arcos, salvo la desviación en el lado sur del arco 4. Esta desviación parcial podría indicar una falta de apoyo o de estabilidad en el pilar IV, bien durante la construcción inicial o desarrollada posteriormente.

Tras el pilar IV, los arcos 5 y 6 presentan una geometría claramente apuntada. El hecho de que se diferencien tan claramente de los arcos 1–4 sugiere que pertenecen a una fase constructiva distinta. Dado que las desviaciones del arco 5 son simétricas en toda su curvatura, podría pensarse que la desviación del lado sur del arco 4 se produjo cuando aún no existía el arco 5. Es posible que parte del pilar IV también se viera afectado, lo que significaría que la construcción del arco 5 fue posterior.

Las desviaciones solo en el lado norte del arco 6 podrían indicar una falta de apoyo en ese lado, sugiriendo que el arco 5 fue el último en construirse entre los arcos 4–6. Sin embargo, persiste la cuestión de por qué las desviaciones del arco 5 resultan tan acusadas y, además, simétricas. Suponiendo que los arcos y pilares adyacentes ya estaban en pie, la causa de la deformación parece ser interna. Es posible que se reutilizara la misma cimbra para los arcos 5 y 6. Si el arco 6 se construyó primero, ello implicaría que la cimbra de este debió adaptarse luego a la luz asignada al arco 5. La diferencia de tamaño y la necesidad de ajustar la cimbra a la disposición irregular de los pilares podrían haber provocado deformaciones inmediatas durante su construcción. La luz del arco 6 es de 10,9 metros, mientras que la del arco 5 es de 11,2 metros, casi medio metro de diferencia, lo que refuerza la posibilidad de la deformación como resultado de un ajuste del cimbraje. Los arranques de ambos arcos también son irregulares, probablemente reflejo de dichas adaptaciones a los pilares existentes.

Las fuertes desviaciones observadas en el arco 7 se deben probablemente a un colapso parcial del mismo, que pudo transformar su trazado original de medio punto en otro más rebajado, clasificación también sugerida en el plano de 1970 y en la literatura. Si bien esta parte del estudio se centra únicamente en la geometría, cabe destacar la presencia de una junta de fábrica en el lado aguas abajo, que sugiere una pérdida previa de integridad estructural en esta zona del tímpano. Este indicio apoya la hipótesis de una deformación anterior y de que el arco fuese originalmente de medio punto.

La casi perfecta geometría de medio punto del arco 9 sugiere que se trata de una construcción relativamente reciente. Dado el buen estado de conservación de la forma del arco 8, cabe plantearse si ambos arcos pertenecen a la misma fase constructiva, quizá los dos atribuidos al siglo XVIII en el extremo sur del puente (Cadiñanos Bardeci 1991, 18). Sin embargo, la presencia del refuerzo o recrecimiento estructural en el lado aguas arriba del arco 8, similar al del arco 7, parece indicar lo contrario. También merece mención la sillería marcadamente distinta del arco 9, lo que refuerza la hipótesis de que este arco, de forma aislada, pertenezca a una fase constructiva posterior.

Conclusiones

El análisis geométrico de los arcos del puente medieval de Frías ha aportado indicios significativos sobre aspectos constructivos y posibles secuencias particulares de obra que, de otro modo, serían difíciles de detectar.

En cuanto a las técnicas constructivas, los resultados permiten reflexionar sobre cómo se pudo plantear el cimbraje de los arcos, considerando la posibilidad de que estuviera formado por dos mitades. Otro aspecto es si la geometría final, de medio punto o ligeramente apuntada, fue una elección intencionada de diseño o el resultado de la propia práctica constructiva.

A partir de las desviaciones y de la disposición de los arcos, se han discutido secuencias parciales de construcción. Parece probable que los arcos 1 a 4 se construyeran antes que los arcos 5 y 6, y que el arco 7 (probablemente junto con el 8) también antecediera a estos. Aunque las interpretaciones basadas en desviaciones deben tomarse con cautela, la regularidad general de los patrones comunes a todos los arcos da peso a los pocos casos en los que se observa una deformación clara.

Estas interpretaciones deben considerarse junto con el estudio más amplio de la fábrica y de las fuentes históricas, actualmente en desarrollo. No obstante, el método también demuestra ser una herramienta accesible para investigadores procedentes del ámbito histórico.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el Swiss National Science Foundation (SNSF) en el marco del proyecto "The medieval masonry bridge: Towards a construction history of arch bridges built before 1550" (Grant n.º 204741). Se agradece asimismo al Archivo Histórico Provincial de Burgos el acceso a la documentación consultada.

Lista de referencias

Brencich, Antonio, and Renata Morbiducci. 2007. "Masonry Arches: Historical Rules and Modern Mechanics." International Journal of Architectural Heritage 1 (2): 165–89.

Bruno, N.; E. Coïsson; F. Diotri; L. Ferrari; S. Mikolajewska; U. Morra di Cella; R. Roncella y A. Zerbi. 2019. "History, geometry, structure: Interdisciplinary analysis of a historical bridge." International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-2/W11 (mayo): 317–23.

Cadiñanos Bardeci, Inocencio. 1991. Frías, ciudad en Castilla. Frías: Ayuntamiento de Frías.

Chías Navarro, Pilar y José Abad Balboa. 1994. Puentes de España. Madrid: Fomento de Construcciones y Contratas.

Häcki, Mathias; Marius Pfister y Louis Vandenabeele. 2025. "ReVault: A parametric tool for the geometrical analysis of historical vaulted structures." Manuscrito inédito (aceptado para publicación en Proceedings of the SAHC 2025).

Ministerio de la Vivienda. Dirección General de Arquitectura. 1970. "Frías (Burgos). Proyecto de restauración del puente medieval." Burgos: ST FOMENTO 767/4, Archivo Histórico Provincial de Burgos.

Hombría Maté, Pedro; Gonzalo Andrés López; Lena Saladina Iglesias Rouco; María José Zaparaín Yañéz; René Jesús Payo Hernanz y Miguel Ángel Moreno Gallo (coord.). 2018. Puentes singulares de Burgos. Unir orillas, abrir caminos. Burgos: Diputación Provincial de Burgos.

El manejo hídrico en la Nueva España durante el siglo XVIII. Las presas, diques y acueductos de ingenieros militares

Mónica Cejudo Collera
Pedro Gómez Molina

El manejo hídrico fue fundamental en la época virreinal para el desarrollo de asentamientos, el establecimiento de actividades económicas, la expansión territorial y la realización de infraestructura. A lo largo del siglo XVIII, la creciente demanda mercantil, el aumento de la población y la necesidad de recursos naturales hicieron que el agua se volviera un tema prioritario para el gobierno español. En diversos momentos, su distribución desigual generó conflictos entre hacendados, vecinos y autoridades locales, producto de la distribución inequitativa. En este contexto, los ingenieros militares desempeñaron un papel decisivo al aplicar sus conocimientos en hidráulica para el diseño de construcciones determinantes en la Nueva España como: muelles, rectificación de ríos, desagües urbanos, canales, acueductos, presas, entre otros (Wobeser 1993; Moncada 2013).

Los proyectos hidráulicos estaban condicionados por las características geográficas, climáticas, económicas y sociales de cada región. Los ingenieros tuvieron como objetivo llevar el agua a donde escaseaba y, en su caso, distribuirla en los centros de población y metalúrgicos. Para ello, resultó indispensable el conocimiento hidrográfico, meteorológico y topográfico, el cual permitía proponer obras de ordenación de espacios urbanos, delimitación de fronteras agrícolas y resolución de conflictos hídricos. La actividad científica, derivada de la Ilustración, impulsó la construcción de infraestructura a fin de otorgar bienestar, sanidad y perduración en el tiempo. De esta manera, los profesionales realizaron informes oficiales, los cuales enmarcaban los emplazamientos; estos documentos son actualmente una valiosa fuente de información para el análisis arquitectónico y territorial de la época (Molina 2014).

El presente texto busca contribuir a la historiografía en torno a la participación de los ingenieros militares en obras civiles. Los reconocimientos territoriales, la planeación de mejoras urbanas, la aplicación de nuevas tecnologías en las estructuras de la construcción, así como la recopilación de información social fueron fundamentales para orientar la toma de decisiones hacia una cotidianeidad más próspera en la Nueva España. Las edificaciones sobre el manejo hídrico marcaron hitos constructivos que trascendieron en América y Europa, al incorporar las soluciones técnicas hidráulicas, en particular para la preparación de fosos y acequias, el aprovechamiento de ríos navegables y la procuración de un abasto continuo de agua potable (Gámez 2019).

Diversas obras en el río Jamapa, Veracruz

Los asentamientos en el río Jamapa se remontan a la fundación del poblado de Medellín por Hernán Cortés. Era considerado un afluente trascendental pues desembocaba en el río de Veracruz. Con la llegada de los ingenieros militares en las últimas décadas del siglo XVIII, el río se convirtió en escenario de obras de

Mónica Cejudo Collera; Pedro Gómez Molina – Universidad Nacional Autónoma de México

Figura 1. Plano de una porción de terreno comprehendido entre la Nueva Veracruz y el Río de Jamapa, Miguel del Corral, 1784. Archivo General de Indias de Sevilla (agi), Signatura, MP-MÉXICO, 396BIS

rectificación y aprovechamiento (Sluyter 1996). De acuerdo con un informe del gobernador en 1784, el uso del río se promovió tanto para la navegación de navíos de guerra como para el abastecimiento de agua potable, como se expresa en el siguiente expediente:

> V. S. Contribuye a su Real servicio y al bien público, ofreciendo para la fábrica de un navío o fragata que se ha de añadir a la real armada. Emo. Señor, La falta de agua en Veracruz y los clamores públicos me conducen a buscar en V.E. el remedio de esta gravísima necesidad tan llorada por siglos, con insensibilidad de las que me han precedido en este gobierno. Una de las cosas mas necesarias de cuantas son precisas en la república para la vida humana, es la abundancia de agua en los pueblos […] Se encarga a los corregidores cuiden mucho de que en sus ciudades haya esta misma copiosa abundancia de agua para ello lustrosas y hermosas fuentes y en diversas partes albercas para los ganados y lavaderos […] Advierte más que se deben aderezar los conductos y corrientes.[1]

Si bien existieron múltiples obras hidráulicas emprendidas durante el periodo borbónico, una de las menos estudiadas corresponde a la propuesta de Miguel del Corral, en 1784, para conducir agua del río Jamapa al puerto de Veracruz mediante acequias, pilas y cañerías (figura 1). El objetivo principal del proyecto era atender el escaso abastecimiento de agua en la ciudad y controlar las crecidas del meandro, las cuales afectaban a localidades y cultivos. Corral se asentó casi una década en el sitio, para 1794, año en que falleció, se había concluido la presa y se resolvieron parcialmente los problemas afines al terraplenado de encauzamiento hídrico. La edificación se trató de un acueducto abierto para que poblaciones aledañas pudieran tener el recurso; esto derivado de una política de generación de riqueza mercantil y control estratégico del espacio (Capel 1997; Soria 2014).

El proyecto proponía un trazo de conducción que rectificaba el río Jamapa. Los terraplenes de contención están visibles en el plano, corresponden a la línea paralela a la roja marcada. El canal estaba reforzado con diques secundarios para optimizar el aprovechamiento del recurso. El plan fue reconocido por el virrey, quien dispuso los arbitrios suficientes para llevarlo a cabo: consideraba que Veracruz era un sitio trascendental de los intereses coloniales, y aparejó que el agua debía ser suficiente para actividades urbanas y agrícolas. Para costear la obra, el gobierno implementó aranceles a productos como la carne, el trigo y la harina, elaborados en haciendas aledañas —desde el cabildo priorizaron el líquido ante el pan—. Reflejo del pensamiento ilustrado, llevar agua al puerto significaba otorgarle sanidad, pues se atravesaba una crisis de enfermedades (Celaya 2014).

El diseño del mapa de Miguel del Corral tiene una perspectiva regional: incluía los canales de dirección hacia la desembocadura del río y, debido a que no tenía el meandro suficiente para el establecimiento de navíos, propuso la construcción y mejora de calzadas. Del mismo modo, planeó la ejecución de acciones defensivas, pues era un territorio de difícil acceso por las serranías y barrancas; además, se trataba del

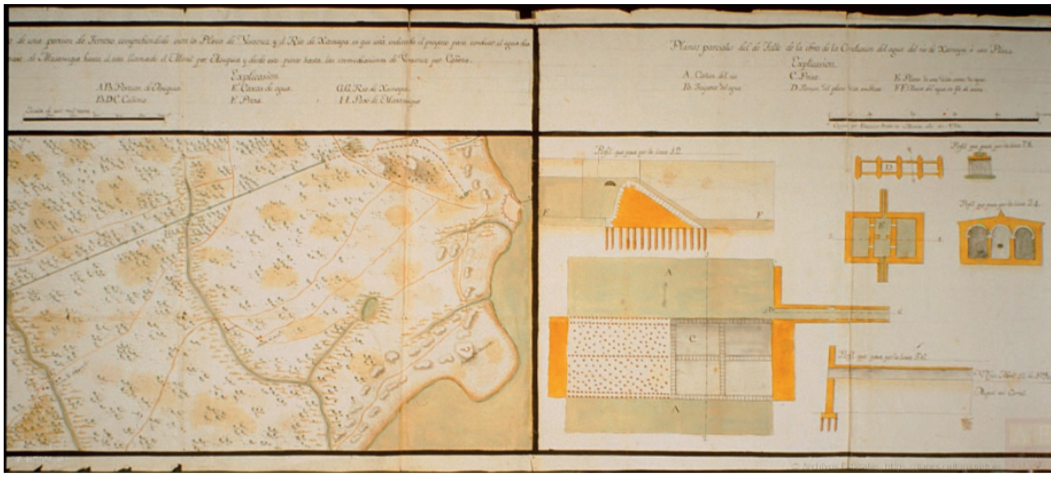


Figura 2. Plano de una porción de terreno comprehendio entre la Plaza de Veracruz y el Río de Jamapa. 1790, Miguel del Corral. agi, Signatura, MP-MÉXICO, 421

paso por el Camino Real que se dirigía de Córdoba a Orizaba. El ingeniero lo indicó de esta forma:

> Composición de los caminos de las villas de Córdoba y Orizaba, cuyos encargos pueden ponerse al cuidado de ambos ayuntamientos, […] manifestando que de nuevo por hallarse intransitables tienen que sufrir varios perjuicios las personas y animales a fin de que V.S. se sirva determinar dicho expediente.[2]

De acuerdo con la dimensión técnica del proyecto, los elementos estructurales se pueden apreciar con mayor detalle en la figura 2. El primer modelo de depósito está simbolizado con la letra A, éste tiene relleno de grava, que se usaba como sistema de filtración rudimentario para contener sólidos. El trazo de las líneas F corresponde al perfil inclinado de la presa, el cual estaba apoyado en pilotes de madera, a manera de cimiento, para resistir la presión hidrostática y prevenir la erosión de la base. Las cajas de agua —mostradas en el plano anterior— servían de nodos de almacenamiento, con dos compartimientos laterales y uno central, donde se conduce el trayecto hídrico. Las cañerías estaban colocadas de forma similar a un acueducto endosado para permitir salubridad.

Los levantamientos territoriales —mapa del lado izquierdo— se diseñaban por lo general para contemplar las condiciones locales, es decir, la topografía extrema, la disparidad de los lugares y los abastecimientos posibles a Veracruz. Los trabajos de Miguel del Corral —y de buena parte de los ingenieros militares— tuvieron la influencia de diferentes colegas, aunque inspirados en modelos europeos, crearon una tendencia de obras novohispanas (Moncada 2003).

Posteriormente, en 1795 Pedro Ponce retomó la obra y elaboró una nueva proyección de acueducto. Cabe destacar que Ponce había sido consultado para ejecutar el proyecto a mediados de la centuria, no obstante, entregó los planos e informes en la fecha señalada (Nieto 2022). Su propuesta destaca por la aplicación de fórmulas derivadas de la estereotomía, una ciencia que emplea conocimientos matemáticos y geométricos para el diseño y ensamblaje de estructuras sólidas —dovelas de arco, bóvedas, muros, capialzados—. Es especialmente útil en la construcción para obtener las cantidades de insumos, volúmenes de almacenamiento, capacidad de embalse, entre otros. Frente a la visión planimétrica de los planos tradicionales, la estereometría permitió trasladar el cálculo al espacio tridimensional, indispensable para evaluar prismas, cilindros y arcos en función de su volumen y resistencia (Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid 2010).

Los elementos arquitectónicos de Pedro Ponce revelan la priorización por obras que abogaran más por lo útil que lo estético, algo propio del periodo borbónico (Maz y López 2020). Generalmente los presupuestos causaban un problema al erario —ante la fal-

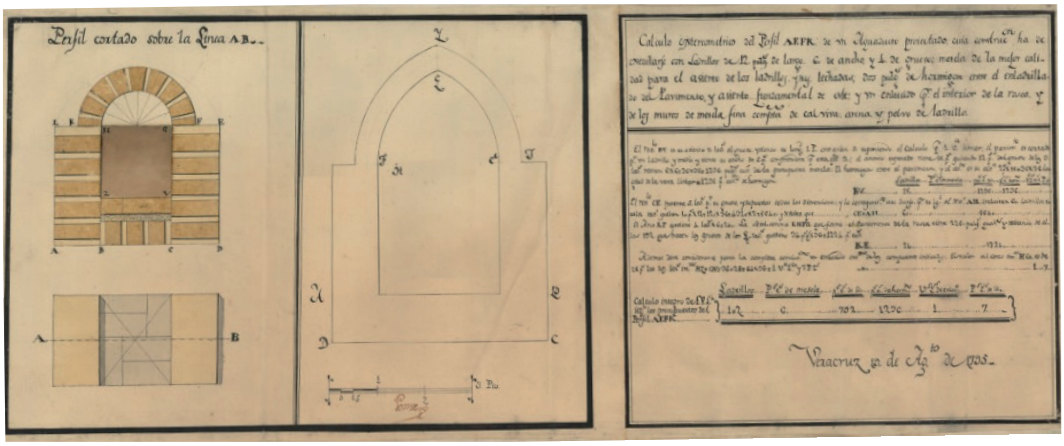


Figura 3. Cálculo extereométrico del perfil AEFR de un Aqueducto, Pedro Ponce, 1795. Archivo General Militar de Madrid (agmm), signatura MEX-3/5

ta de recursos se imponían impuestos y se buscaban financiadores—. La ingeniería militar era consistente en las cantidades de materiales, entre ellos la cal, la arena, el mortero y el polvo de ladrillo. El arco del acueducto era de medio punto y comprendía sus secciones transversales. La muestra del grosor de los muros era para determinar el soporte de la presión del agua. Cabe mencionar que Pedro Ponce ocupó puestos gubernamentales y, con su perfil ingenieril, podía obtener medidas cuantificables, además de establecer puntos estratégicos de suministro.

El desagüe de Huehuetoca en el valle central novohispano

Una de las obras que mayor atención recibió por parte del gobierno virreinal fue el desagüe de la Ciudad de México, debido a las periódicas inundaciones que padecía la metrópoli. Los primeros esbozos de carácter ingenieril para prevenir los desbordamientos datan de principios del siglo xvii. Múltiples ingenieros militares presentaron propuestas; no obstante, en esta ocasión nos focalizamos en los trabajos de José Burgaleta en colaboración con Joaquín Velázquez Cárdenas. Ambos hicieron un reconocimiento territorial del río Cuautitlán, de cual Burgaleta entregó un primer informe en 1774. El texto describe los métodos de triangulación para establecer equidistancias entre puntos clave de la región (Maldonado 1959).

El 2 de febrero de 1776, Burgaleta fue designado guarda mayor del desagüe de Huehuetoca. El nombramiento obedecía a la experiencia y trayectoria del ingeniero en sistemas de tajo abierto. La ocupación se llevó a cabo tras fallecer don Juan Antonio Palacios. Su gestión fue breve, pues el 7 de noviembre del mismo año pidió su renuncia. Su nombramiento se expresó de la siguiente forma:

> Don José Burgaleta, administrador actual de las obras de tajo abierto de el y en quien me expreso concurrir las calidades necesarias de robustez, actividad, celo y fidelidad bien probada en el desempeño de su obligación; y haber hecho dicho señor Juez los informes imparciales que juzgo convenientes y concluyó en pedir que mereciera mi calificación temprana.[3]

Un par de años antes de su designación, Burgaleta, junto con Velázquez, hizo una propuesta de desagüe sin recurrir directamente al canal de Huehuetoca. El esbozo consistía en un conducto subterráneo que dirigía las infiltraciones al río Tequizquiac (figura 4). Los ingenieros tomaron como referencia el nivel de la laguna de Zumpango; este cañón pasaba apenas por debajo, acompañado por lumbreras emplazadas de modo perpendicular. El plano privilegia una visión paisajística sobre los detalles constructivos; sin embargo, destaca el aspecto técnico para la fabricación de socavones para túneles con mampostería, cañones estables de taludes rectos y un sistema de drenajes secundarios. En suma, la aplicación geométrica

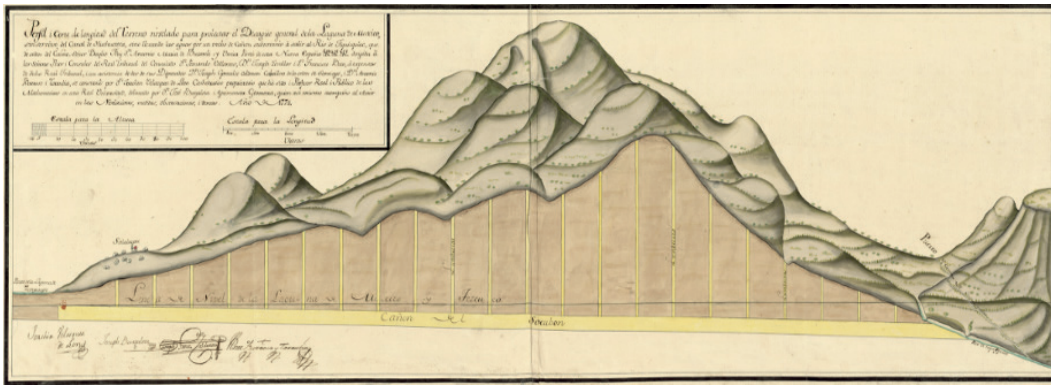


Figura 4. Perfil i corte de longitud del terreno nivelado para proyectar el desagüe general de la Laguna de México, 1774, Joaquín Velázquez Cárdenas y José Burgaleta agmm, signatura, Ar.J-T.3-C.2_53

legitima una de las obras más ambiciosas de la monarquía hispánica en América.

Este caudal resultaba muy necesario porque en el valle se encontraban cinco lagos principales, múltiples afluentes provenientes de cauces y escorrentías. Bajo el auspicio del virrey, la edificación se complementó con una serie de alcantarillas, canaletas, acueductos y diques. Durante el proceso, las comunidades se vieron afectadas por el cambio en el curso de los ríos, debido a que afectaban sus cosechas, perdían terrenos e interferían con su modo de vida. En función de ello, la propuesta de Burgaleta fue establecer una cañería interna y seccionar zanjas (como se aprecia en la figura 5). Los planos reflejaron un aspecto esencial de la organización virreinal: garantizar la continuidad de los proyectos. Los ingenieros milita-

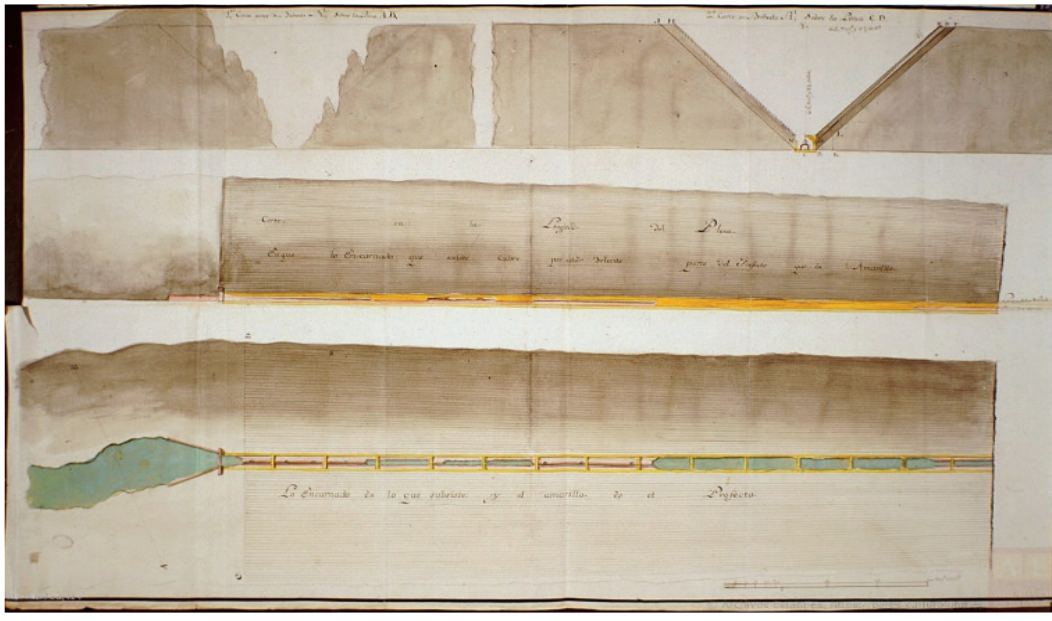


Figura 5. Corte del terreno y perfiles del desagüe de Huehuetoca desde la Bóveda Real hasta el primer ángulo que forma el canal, José Burgaleta, 1788, agi, signatura MP-MÉXICO, 414

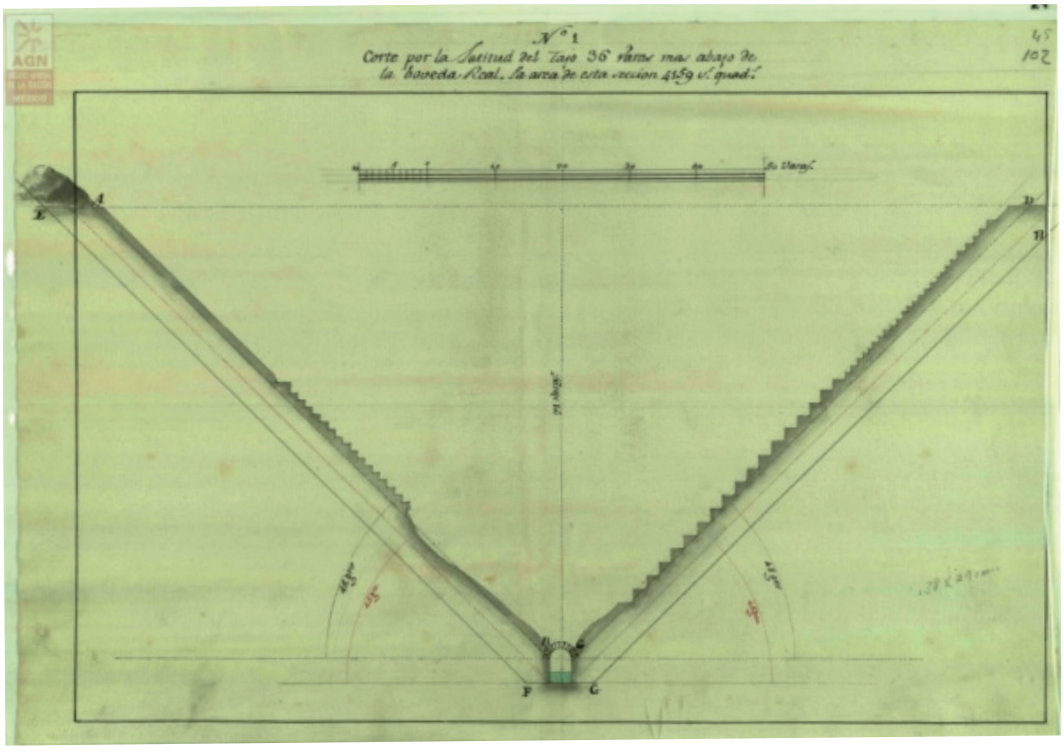


Figura 6. Corte por la latitud del tajo, Miguel Constanzó, 1788. agn Ramo Desagüe, Volumen 24, Expediente 3, Fojas 101 y 102

res estipularon convenciones en la representación cartográfica. Los diseños eran comprensibles entre las autoridades y los civiles, para otorgar los presupuestos adecuados. La obra requirió regadíos secundarios, al hallarse sembradíos de pueblos de indios y españoles (Candiani 2011).

En la parte superior del mapa se distingue un corte transversal que corresponde al modelado del terreno y el perfil necesario para encauzar el agua. Habitualmente, en los planos, las figuras en color amarillo indicaban los trabajos próximos a efectuarse; en este caso marcan el canal troncal de desagüe. Burgaleta previó que la construcción tuviera secciones para limpiar sedimentos periódicamente. Por su parte, Joaquín Velázquez establecía que el afluente no seguía la acción de la gravedad, algo que Burgaleta implementó a través de salidas para el río Tula con desniveles. En cuanto a la representación geométrica en forma de V, sirve para proveer estabilidad a los taludes.

En suma, el desagüe del Valle de México fue un proyecto de más de dos siglos —los problemas de inundaciones continúan hasta la actualidad— en el cual intervinieron al menos diez ingenieros, entre ellos: Luis Diez Navarro, Ricardo Aylmer, Miguel Constanzó, Pedro Ponce, Alberto de Córdoba, por citar algunos, y no todos se centraron en la laguna de Huehuetoca, la mayoría de los trabajos se focalizó en el lago de Zumpango y la calzada de San Cristóbal (Moncada, 2003). Velázquez fue pionero en proponer una Bóveda Real de Vertederos, propuesta atractiva ya que la canalización no afectaría la dinámica de los ríos, los cuales tenían tradición como transporte mediante canoas. Asimismo, las aguas podían ser aprovechadas en los cultivos aledaños y continuarían las actividades mercantiles. Las obras se terminaron parcialmente en 1789, ya que el Tribunal de Comerciantes decidió parar la obra; un año antes de ello, el ingeniero Miguel Constanzó propuso un diseño de la Bóveda Real adaptado a la topografía del meandro (figura 6) (Valek 2000).

La bóveda establecida en el fondo estaba preparada para recibir agua de los terraplenados. Su propuesta consistía en un arco de medio punto situado hacia un túnel primario. Los muros de este cauce alcanzaban el nivel de los taludes con dos propósitos: uno, soportar la presión del terreno, y dos, prevenir derrumbes en el interior, al tiempo que reducían la cantidad de sedimentos. Los ángulos caracterizados tenían la función de determinar las cargas de las paredes en razón de la pendiente natural, un método que evitaba deslizamientos. A diferencia de trabajos anteriores, la bóveda no fungía como un elemento circunstancial, sino que era una pieza central en el diseño, de acuerdo con la geometría del espacio. Constanzó, más allá del abasto hídrico, buscó crear una estructura sólida, con mayor estabilidad.

Más tarde, las inundaciones de la Ciudad de México entre 1792 y 1795 reactivaron las soluciones ingenieriles, mismas que se postergaron al siglo siguiente. Las inundaciones se debían a los desbordamientos de las lagunas de Texcoco, Chalco, Zumpango y Xaltocan, principalmente. Desde la metrópoli hasta los lagos había un desnivel que superaba los cincuenta metros. A su vez, las escorrentías de los ríos Pachuca y Cuautitlán incrementaron la presión hidráulica (Mathes 1970; Valek 2000). De las obras emprendidas en este lapso, en la época contemporánea únicamente se conservan algunos vestigios de puentes, la represa y algunas cajas de agua en Huehuetoca. Por ello, los planos constituyen una prueba fehaciente del alcance de la planificación virreinal y los objetivos de infraestructura para mitigar los desastres (Loera 1994).

Otro de los ingenieros que hemos mencionado, Pedro Ponce, también tuvo participación en Huehuetoca: su labor vislumbra los trabajos posteriores y algunas técnicas mejores respecto a sus antecesores. Su

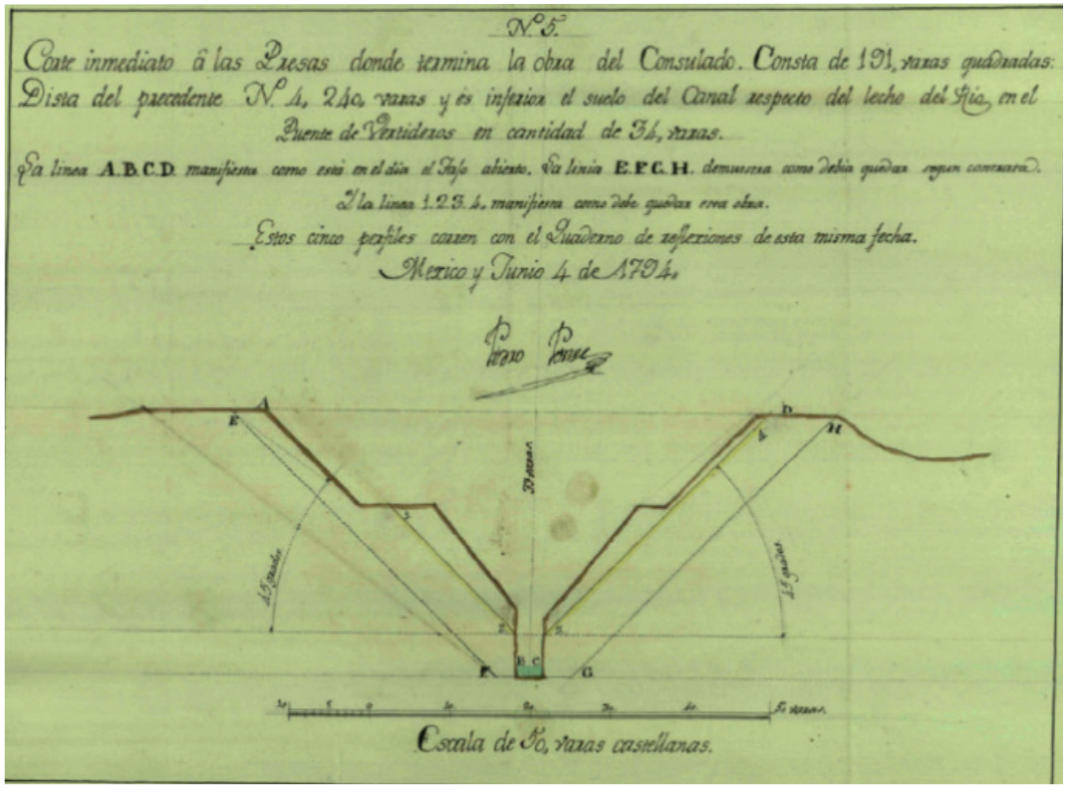


Figura 7. Corte inmediato a las presas donde termina la obra del Consulado, Pedro Ponce, 1794. agn, Ramo Desagüe, Volumen 26, Expediente 1, Foja 114

propuesta se enfocó en establecer cortes de la presa en virtud del lecho natural del río. El plano que elaboró muestra con detalle el tajo, la forma en que se tenía que hacer la excavación y los resultados esperados al concluir el plan (Cisneros y Moncada 2003; Nieto 2022). Ponce retomó la base geométrica de 45 grados creada por Constanzó. La decisión no sólo representaba los criterios técnicos —como garantizar estabilidad en los taludes y la eficiencia en el desagüe—, sino también la administración de los insumos materiales y humanos.

A las planeaciones aquí mostradas se unen otras como las de Diego Tello en 1796, que establecían pertinente una nivelación del terreno, la construcción de un puente y la canalización para acaparar las aguas sobrantes de la laguna de Zumpango.[4] Este mismo autor levantó un mapa donde se observaba claramente la canalización aledaña al pueblo de Huehuetoca que incluye la Bóveda Real, los campos de cultivo y el vertedero hacia la laguna de Zumpango. En 1810, Antonio Castera proyectó diferentes tajos del río Cuautitlán y el tajo inmediato a la laguna de Zumpango, asimismo, hizo la comprobación de gastos del río Guadalupe. En 1807, Pedro Martínez reconoció nuevos cauces y rectificaciones en los afluentes que se dirigen a la laguna de Zumpango.[5]

Conclusiones

Las obras civiles emprendidas por ingenieros militares en la Nueva España transformaron significativamente la forma de planear y ejecutar los proyectos de infraestructura durante el siglo XVIII. La precisión técnica, el conocimiento del entorno y la planeación fueron clave en el desarrollo de infraestructura a gran escala. De manera particular, las obras hidráulicas revelan los avances en la geometría aplicada, los cálculos estereométricos, las nivelaciones, los terraplenados y demás recursos ingenieriles. Dichos trabajos requerían diagnósticos y evaluaciones constantes para ofrecer soluciones a largo plazo.

En este estudio contrastamos dos demandas de agua: en la primera, las soluciones al desabasto potable, y en la segunda, las estrategias para evitar inundaciones. Aunque en contextos y escalas diferentes, se logró identificar las propuestas técnicas y prácticas ante las solicitudes emergentes y que el gobierno consideraba prioritarias. Ambas intervenciones se planearon en función de la agricultura, pues era uno de los motores económicos del periodo. Asimismo, como expresamos, en cierta infraestructura es difícil encontrar vestigios; sin embargo, los expedientes analizados son registros vivientes de los cambios tecnológicos y de la productividad ingenieril, lo que representa en la actualidad una valiosa fuente documental.

Los planos no sólo fungieron como una herramienta de trabajo, eran un modelo comunicativo para que los planes constructivos fueran asequibles por parte del gobierno virreinal. Coadyuvaron en la continuación de los proyectos entre los ingenieros, quienes, con su experiencia, adaptaron sus conocimientos y buscaron las posibles mejoras. A su vez, los ingenieros fueron determinantes en los intereses coloniales: su profesionalismo favoreció el control territorial, de mercados y fiscal, más en el periodo borbónico, una etapa de búsqueda de prosperidad económica por parte de la península ibérica. Establecemos que los análisis arquitectónicos se de[6]ben enriquecer con la comprensión del alcance político, social y económico de los planes.

Notas

1. Archivo General de la Nación de México (AGN), Expediente promovido por el gobernador de Veracruz, sobre conducción del agua del río Jamapa a aquel puerto, 1784, y Acequias, vol. 2, exp. 5, ff. 220-232.
2. AGN, Reparación de caminos. El intendente gobernador de Veracruz Miguel del Corral, remite al virrey II conde de Revillagigedo los autos formados por la junta superior de este gobierno, 1793, Caminos y Calzadas, vol. 3, exp. 9, ff. 236-238.
3. AGN, Nombramiento de guarda mayor del Real desagüe de Huehuetoca en Juan Josef [José] Burgaleta, 1776, General de Parte, vol. 20, exp. 435, ff. 224-226.
4. Ver: AGN, Ramo Desagüe, Volumen 29, Expediente 10, Foja 112.
5. Para más información, ver: AGN, Ramo Desagüe, Volumen 39, Expediente 7, Foja 28.

Lista de referencias

Candiani, Vera. 2011. Bourbons and water. En: *Mapping Latin America, a cartographic Reader*, editado por Jordana Dym y Karl Offen, 70-73. Chicago: University of Chicago Press.

Capel Sáez, Horacio. 1997. Los ingenieros militares y los canales en España y América durante el setecientos. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales* 23: 1–23.

Cisneros Guerrero, Gabriela y Moncada Maya, José Omar. 2003. Proyecto de los ingenieros Pedro Ponce y Diego Panes para establecer una Fundición de Artillería en la Nueva España, siglo XVIII. *Biblio3W Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales* 8 (447): 1–23.

Celaya Nández, Yovana. 2014. Impuestos locales en Nueva España: Negociación y obra pública en el ayuntamiento de Veracruz siglo XVIII. *Espacio Tiempo y Forma.* Serie IV, Historia Moderna 27: 37–59.

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. 2010. *Tratados de estereotomía en la biblioteca*. Accedido el 11 de septiembre de 2025.
https://biblioteca.aq.upm.es/biblioteca_digital/especiales/estereotomia.html#:~:text=La%20ESTEREOTOM%C3%8DA%20es%20el%20arte,m%C3%A1s%20general%2C%20aplicable%20a%20otros.

Gámez Casado, Manuel. 2003. Ingenieros militares y obras públicas. Algunos ejemplos de Nueva Granada durante el siglo XVIII. *Ars Longa. Cuadernos de arte* 27: 125–138.

Loera Chávez y Peniche, Margarita. 1994. La conservación de la obra hidráulica colonial en el Estado de México. *Convergencia* 5: 171–188.

Maldonado Koerdell, Manuel. 1959. Una triangulación del valle de México en el siglo XVIII. *Revista Cartográfica del Instituto Panamericano de Geografía e Historia* 8: 265–284.

Mathes, Michael. 1970. To Save a City: The Desague of Mexico-Huehuetoca, 1607. *The Americas* 26 (4): 419–438.

Maz Machado, Alexander y López Esteban, Carmen. 2020. *Las matemáticas en España durante el siglo XVIII a través de los libros y sus autores*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.

Molina García, Juan Alberto. 2014. Aspectos climatológicos en las obras de funcionarios reales e ingenieros militares del siglo XVIII hispanoamericano. *Anuario de Estudios Americanos* 71 (1): 253–279.

Moncada Maya, José Omar. 2003. Las defensas de Veracruz en 1783, según una relación del Ingeniero Miguel del Corral. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales* 8 (456): 1–19.

Moncada Maya, José Omar. 2013. Obra hidráulica de los ingenieros militares: el desagüe del valle de México en el siglo XVIII. *Boletín de Monumentos Históricos* 27: 119–125.

Nieto Márquez, Miguel Ángel. 2022. De asistente de ingenieros a gobernador de Veracruz: el caso de Pedro Ponce Camacho (1718-1797). *Perspectiva Pictorum* 1 (2): 146–172.

Sluyter, Andrew. 1996. The Ecological Origins and Consequences of Cattle Ranching in Sixteenth-Century New Spain. *Geographical Review* 86 (2): 161–177.

Soria González, Inocencia. 2014. El amante del pueblo de Veracruz. Un manuscrito de la Biblioteca Central Militar. *Anuario americanista europeo* 12: 1–19.

Valek Valdés, Gloria. 2000. *Agua, reflejo de un valle en el tiempo*. Historias de la ciencia y la técnica. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM.

Vargas Matías, Sergio Arturo. 2019. Esbozos en torno de la historia de las fortificaciones en el Sotavento y la región de la montaña de Veracruz. En *Historia regional, nuevos acercamientos y perspectivas*. Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Von Wobeser, Gisela. 1993. El agua como factor de conflicto en el agro novohispano 1650-1821. *Estudios de Historia Novohispana* 13: 135–146.

Sistemas constructivos de las murallas de Córdoba: el caso del recinto de la Axerquía

María del Carmen Chacón Guerrero

El tramo de muralla en el cual se centra esta ponencia se ubica en el ángulo nororiental del antiguo recinto fortificado de la Axerquía, cerca muraria que englobó a los barrios situados al este de la Madina, desarrollados como consecuencia del proceso político, económico y social de la capital omeya occidental y singularmente durante el Califato y su consecuente incremento demográfico. Este tramo de muralla de la Axerquía está delimitado al Norte por la Avenida de las Ollerías, al este (extramuros) por la Ronda del Marrubial, y al oeste (intramuros) por el Jardín de los Poetas y las instalaciones del Convento de los Padres de Gracia (Colegio Santísima Trinidad).

Este tramo de muralla, que recorre de noroeste a sureste la Ronda del Marrubial, conserva el alzado de trece torres y catorce lienzos, más uno (Lienzo 17) que discurre paralelo a la Avenida de las Ollerías, para enlazar con el tramo de muralla conservado en la C/ Muro de la Misericordia.

Las defensas de la ciudad de Córdoba tienen la consideración de Bien de Interés Cultural (BIC), con la categoría de Monumento, de acuerdo con lo establecido en las Disposiciones Adicionales Primera y Segunda de la Ley 16/1985, de Patrimonio Histórico Español. Por su parte, el vigente Plan Especial de Protección del Conjunto Histórico (PEPCH) recoge el tramo del Marrubial en la ficha MC-9 de su catálogo, asignándole un nivel de Conservación Integral. El elemento catalogado se encuadra en la Zona 5 (Axerquía Oriental) de la Normativa de Protección del Patrimonio Arqueológico del Plan General de Ordenación Urbana de 2001.

Hay que tener en cuenta que las murallas del sector de la Axerquía a la que pertenece el tramo de los lienzos y torres del Marrubial, constituyen uno de los elementos defensivos más relevantes del urbanismo histórico cordobés que presenta una notable complejidad de estudio por las diversas técnicas constructivas empleadas a lo largo del tiempo en su construcción y mantenimiento. El estudio y análisis técnico de dichos elementos defensivos permite reconstruir su evolución constructiva de gran riqueza con la que evidencia las diferentes y sucesivas fases históricas que atravesó la ciudad, así como los métodos arquitectónicos empleados en sus distintas fases islámicas y bajomedievales cristianas. Resulta fundamental comprender los sistemas constructivos originales como base para cualquier análisis estructural, histórico o patrimonial o de puesta en valor.

A lo largo del tiempo, el perímetro fortificado de la Axerquía, de unos 3.800 metros, ha revelado la coexistencia de estructuras pertenecientes a varios momentos históricos, desde el siglo XI hasta el XV, distinguiéndose principalmente dos fases: la islámica (siglos XI y XII) y la cristiana bajomedieval (siglos XIV y XV). El análisis de las técnicas y materiales empleados permite diferenciar claramente las

María del Carmen Chacón Guerrero – Gerencia Municipal de Urbanismo del Ayuntamiento de Córdoba

Figura 1. Localización e identificación de lienzos, torres y trabajos arqueológicos en la muralla de Marrubial

fases históricas, que en muchos casos unas reutilizan, consolidan o se superponen a las estructuras anteriores.

Fases históricas y sus sistemas constructivos

Fases islámicas: Siglos XI y XII

Es con la caída del califato el momento en el que la población cordobesa, muy diezmada, se repliega a la Madina y a una porción de arrabales orientales, que desde ahora constituirían la segunda unidad urbana, denominada Axerquía. Tras un primer cierre, apresurado y heterogéneo, de estos arrabales orientales en los primeros años de la fitna, fue durante el período taifa cuando se formalizará el primer cerco murario de la Axerquía, habiéndose podido constatar en la excavación realizada en el entorno de la antigua Puerta de Baeza (Bermúdez 2002) y otros hallazgos arqueológicos en la zona oriental de la ciudad (Baena 1987; 1990). Estos restos han permitido cuestionar la antigua atribución almorávide de estas estructuras, tradicionalmente fechadas en torno al año 1125 con motivo del impuesto instaurado para la reconstrucción de murallas en al-Andalus.

A finales del s. XI (1091), los almorávides ocupan la ciudad reparando y reforzando el amurallamiento de la Axerquía (1123), que volverá a ser objeto de una especial atención por parte de los soberanos almohades dentro de su extenso programa de mejora de las fortificaciones de Córdoba, manteniéndose dichos elementos defensivos hasta la conquista por las tropas cristianas en 1236.

En esta fase islámica inicial se utilizó un sistema mixto de cimentación y alzado: las cimentaciones constaban de hileras de sillares dispuestos a tizón, trabados con arcillas, pequeños mampuestos, sillarejos y lascas de calcarenita, junto a cantos de río o piezas de teja en las juntas las cuales medían unos 5

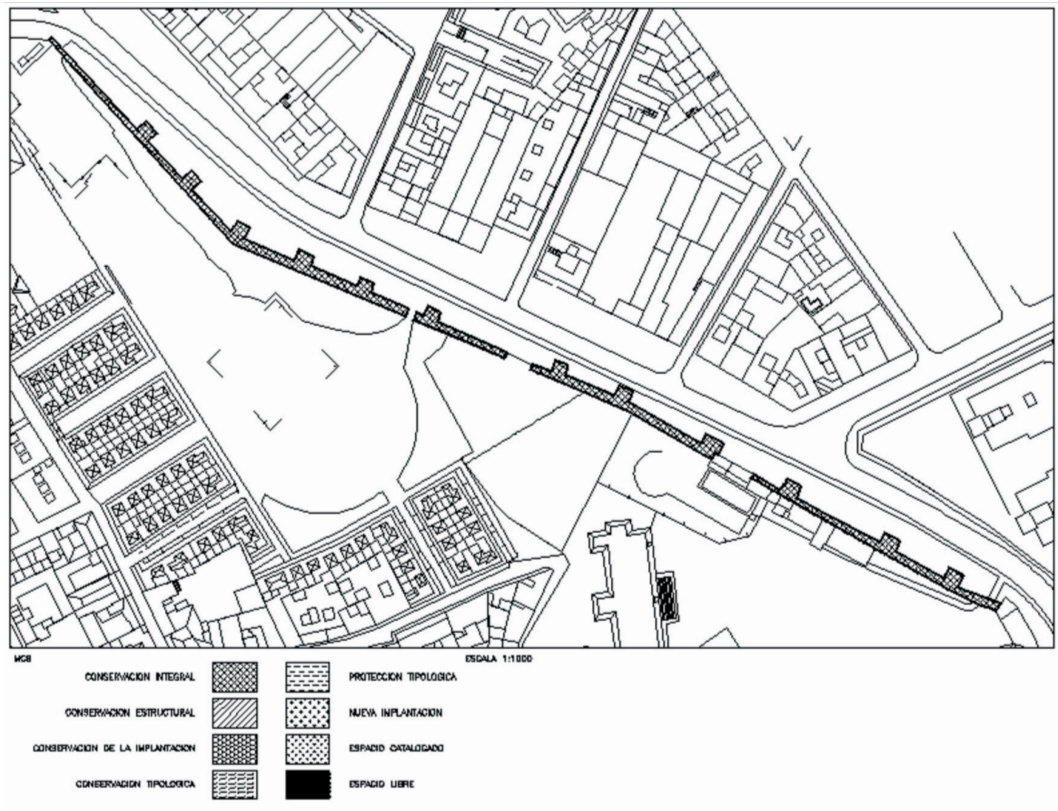


Figura 2. Secciones de vivienda tipo y su pajar adjunto, en El Torno (Carpeta 301. Planos, junio 1943)

cm. Estas estructuras en algunos puntos aparecen muy toscas frutos de la rapidez y premura con la que se hubo de construir estas defensas, debido al peligro inminente al que se enfrentaban los habitantes de los arrabales orientales, teniendo en cuenta los episodios acontecidos en la Medina. En definitiva, resultaba ser una cerca con fuertes ángulos y recovecos propios de su carácter ad hoc, y posiblemente ejecutado por los propios vecinos a tramos, ulteriormente interconectados por una única cerca.

Sobre la cimentación se suele generar un zócalo también de sillería, sobre el que se alzaban muros de tapial. Esta técnica constructiva, ampliamente difundida en al-Andalus, ha sido documentada por Pedro Marfil y Ricardo Córdoba (1995). El alzado de tapial era reforzado mediante cajas delimitadas por agujas, cuyas improntas han sido halladas en diversos puntos de los lienzos.

De la época almohade no se conservan alzados si bien se ha podido constatar su existencia en diversos sondeos, evidenciando dos técnicas edilicias o una con dos pautas diferenciadas situadas bajo la reconstrucción cristiana. Por un lado, bajo la reconstrucción de época cristiana Bajomedieval I (s XIV) y reutilizados como banqueta de cimentación, restos pertenecientes a la muralla islámica, con una fábrica de sillarejos y mampuestos trabados con arcilla, mal aparejados y con una disposición heterogénea que incluye el empleo de tejas y pequeños ripios. La segunda técnica edilicia consiste en que la cimentación apoya directamente sobre el arrasamiento de la muralla post-califal. En ningún caso la muralla del s. XII sigue la misma línea de la primitiva muralla del s. XI, lo que induce a pensar que no se trató de una reforma parcial, sino de una auténtica remodelación que afectó, al menos en este sector, a la mayor parte del re-

Figura 3. Estructura relacionada con la construcción del amurallamiento del s. XI

cinto fortificado de la Axerquía. Asimismo, en un momento indeterminado entre la construcción de la cerca del s. XI y la nueva remodelación de las defensas, se produce el arrasamiento y saqueo de la muralla preexistente, habiéndose detectado incluso marcas de trápano en algunos sillares como consecuencia de la extracción de los contiguos. El desmantelamiento es tan intenso que en algunos tramos afectó por completo a la estructura defensiva.

Los tapiales se caracterizaban por contener gravas, tierra arcillosa compactada y a veces cal, todo ello compactado mediante el uso de agujas que permitían el encofrado de las distintas tongadas. Según los estudios de Soler (2009), los elementos modulares del encofrado se ajustaban a relaciones dimensionales muy precisas que garantizaban la estabilidad y rapidez de ejecución del muro.

En cuanto a las torres islámicas, se ha confirmado la existencia de estructuras de planta cuadrada como parte integral del sistema defensivo. Estas torres fueron ubicadas estratégicamente, como muestra la documentación arqueológica elaborada con información obtenida de los cortes situados bajo la actual Torre 2 de la muralla bajomedieval, que revela la presencia de una torre islámica en el mismo lugar (Córdoba-Marfil1995)

El sistema defensivo islámico incluía además elementos anexos como la barbacana o antemuro, situada extramuros que fue documentada en excavaciones (Córdoba de la Llave, Marfil 1995: 151) en las que tan sólo hemos podido apreciar parte del zócalo cuya fábrica se componía de varias hiladas de ladrillos asentados en plano, trabados con argamasa de cal en las juntas y llagueados igualmente con argamasa de cal. La fábrica de ladrillo en obras públicas de época islámica es poco frecuente en Córdoba y su existencia puede evidenciar lo tardío de esta construcción. La cimentación estaba compuesta de mampuestos regulares trabados con arcillas, fragmentos también de tejas y pequeños cantos de río en las juntas, lo que conlleva mucha similitud constructiva con lo indicado para la muralla almohade. Del alzado de tapial no conservamos nada. Esta estructura reforzaba el perímetro amurallado y se integraba con un foso. La barbacana desapareció en muchos sectores tras las reformas del siglo XIV, aunque su trazado aún es visible en otras zonas de la ciudad como la calle Qairuán o la Avenida del Corregidor.

Fase bajomedieval cristiana: Siglos XIII y XIV y XV

En 1236 Córdoba es conquistada por las tropas del rey cristiano Fernando III. En esos momentos la ciudad presenta signos de clara decadencia si la

Figura 4. Barbacana perteneciente a la fortificación almohade

comparamos con la Córdoba califal, ofreciendo a los cristianos la imagen de una urbe dividida en dos áreas bien diferenciadas: la Madina (que a partir de entonces sería conocida como "La Villa") y al-Sarquiyya, o Axerquía. Ambas zonas aparecen rodeadas por sendos cercos amurallados y se conectan entre sí a través de diferentes puertas y portillos que se abren en la zona oriental de la cerca que rodea la Villa. A partir de ese momento, la ciudad se organiza en catorce collaciones, siete en la Villa y siete en la Axerquía (Escobar Camacho 1989:75-77), cada una de ellas presidida por una parroquia que le da nombre.

Durante la Baja Edad Media, el Concejo cordobés considera la reparación y conservación de los muros y torres del recinto urbano como una obligación propia. De igual forma, Alfonso X (1254), Sancho IV (1288) o Juan I (1386) destinan cantidades determinadas para su restauración. En estas obras de reforma la muralla bajomedieval sigue en muchos tramos el trazado almohade, como ha quedado comprobado en las intervenciones arqueológicas de la GMU (León 2003), siendo la almohade la que presenta un cambio de orientación sobre la del s. XI.

Los muros que actualmente son visibles en la Ronda del Marrubial tienen su origen en la primera mitad del siglo XIV, presumiblemente durante el reinado de Alfonso XI. Esta nueva edificación, que supuso un planteamiento defensivo y urbanístico diferente, debió estar motivada por el estado ruinoso de la anterior muralla por lo que se modificó quizá el número de torres, su altura y características y se suprimió la barbacana. El primer paso consistió en la demolición de las antiguas defensas, aunque en algunos tramos la nueva muralla se edificó sobre la anterior, de ahí la coincidencia del trazado. La diferencia más destacada radica en la eliminación de elementos como la barbacana en las zonas en las que se llevaron a cabo ciertos ajustes del trazado para adaptar la muralla a las nuevas necesidades militares y urbanas según los datos aportados por Marfil (1995). Estos datos inducen a pensar que el alzado de tapial de la barbacana fue demolido junto con el de la muralla y amortizado en su uso, de modo que se podría pensar que a partir

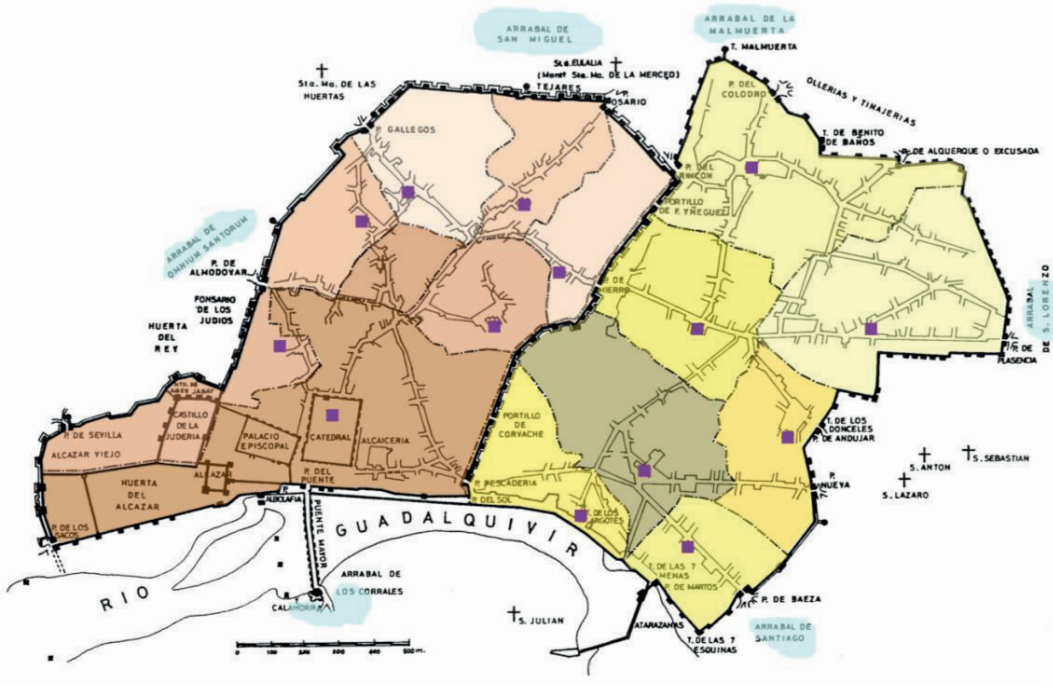


Figura 5. Distribución de las collaciones bajomedievales cordobesas

Figura 6. Barbacana perteneciente a la fortificación bajomedieval cristiana

Figura 7. Cimentaciones cristianas

del siglo XIV este tramo no contó con barbacana, al contrario de lo que ocurre en otras zonas de la ciudad. El arrasamiento del antemuro fue documentado durante la excavación realizada en el año 1995, lo que viene a confirmar su pertenencia a la estructura defensiva del siglo XII. (Córdoba-Marfil 1995, 145-177). Sin embargo, los trabajos de excavación acometidos por la GMU han puesto de manifiesto la existencia de un tramo de barbacana de características y aparejo claramente bajomedieval, que seguiría la traza en paralelo a la muralla al igual que el de época islámica.

La cimentación de este antemuro se compone de dos hiladas de sillarejos dispuestos a tabla con mortero de cal en las juntas colocados en una zarpa que sobresale de la línea vertical del muro unos 0,10 m. Esta característica, junto al hecho de que el mortero se extienda desde las juntas a modo de enfoscado siguiendo esquema bajomedieval.

Con todas estas intervenciones se forma un nuevo nivel de suelo en el espacio situado al interior de la muralla. El espacio extramuros sufrió más modificaciones al habilitarse un camino de ronda asociado a un foso por lo que varió la funcionalidad del antemuro islámico, reaprovechándose el zócalo y el inicio de la cimentación, una vez demolido el alzado, como muro de contención, a pesar de que pudiera haber existido un tramo de barbacana cristiana. Este muro fue relleno para elevar la cota de suelo entre la muralla y el foso y sirvió a su vez como escarpa de dicho foso (Córdoba-Marfil 1995: 145-177).

Los elementos estructurales documentados de la nueva muralla que hoy quedan en pie, alzados de tapial, el alzado de las torres, la zona del adarve y cámaras superiores de la muralla, el zócalo y la cimentación, tienen su período edilicio en los s. XIV y XV. Hay que distinguir dos fases constructivas. La primera identificada como Bajomedieval I entorno al principio del s. XIV, cuya característica principal es que la cimentación de la obra cristiana apoya, en la mayoría de los casos, sobre el arrasamiento de la muralla tardoislámica del s. XII. Cuando esto ocurre, la cimentación estará compuesta, en líneas generales, de tres a cuatro hiladas de sillarejos trabados con una fuerte capa de mortero de cal, la cual se extiende a modo de enfoscado, sobre todo en las dos hiladas superiores, dando a la superficie un aspecto uniforme en el que apenas se observa el tamaño de los sillarejos, como sucedió en la barbacada. Cubrir las juntas de los sillarejos o sillares de un muro de piedra mediante la aplicación de una capa de argamasa que deja ver tan sólo la parte central de cada sillar ocultando las juntas es una técnica muy empleada durante los siglos XIV-XV (Córdoba de la Llave 1996: 156). Este tipo de cimentación puede considerarse un recrecido de nivelación sobre la cimentación preexistente de época islámica, previo a la construcción del zócalo.

El zócalo se situaba en la parte inferior del alzado y a la vista, cuya función consistía en proteger la zona baja del lienzo de tapial del desgaste erosivo. Está compuesto por cinco hiladas de sillares y sillarejos colocados a tabla y soga unidos mediante mortero de cal y recalzos de cantos de río en las juntas, con unas medidas aproximadas de 0,50 x 1,15 m las tablas y de 0,40 x 0,25 m las sogas. Las tres hiladas superiores se ven, en la mayoría de los casos, muy

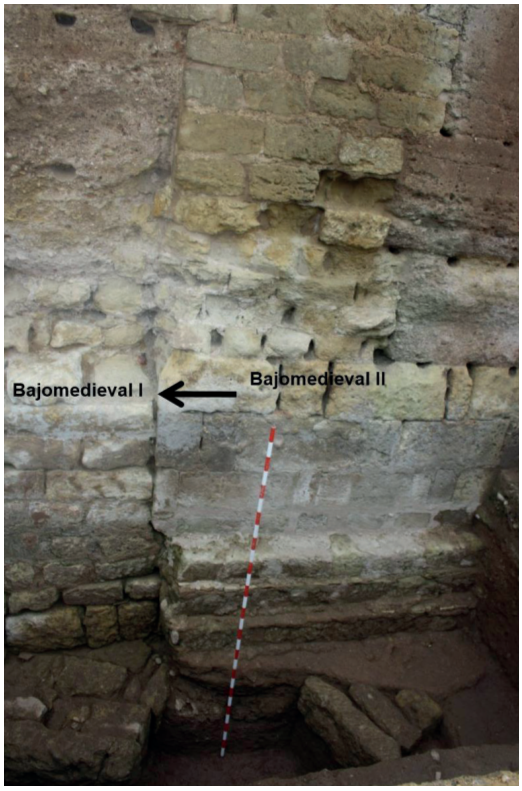


Figura 8. Vivienda para obrero agrícola tipo II. Tiene dos plantas, la cuContactos entre fases cristianas

afectadas por la erosión, mientras que las dos restantes se conservan en buen estado, conformando una superficie regular y con los sillares bien escuadrados. Por último, se observa entre la hilada superior del zócalo y la siguiente la marca de varios mechinales. Para trabar adecuadamente el zócalo de piedra y el tapial del alzado se debían colocar las agujas en la junta de las dos hiladas superiores para, de este modo, apoyar las tablas de encofrado del primer cajón de tapial. Todos los zócalos pertenecientes a la Fase Bajomedieval I, se encuentran a una cota de arrasamiento que oscila entre 105,86 m.s.n.m. y 105,66 m.s.n.m, y la altura de las cajas de tapial de esta época es de 0,92 m.

La segunda fase constructiva es la que se corresponde con lo que llamamos Bajomedieval II con una cronología aproximada al último tercio del s. XIV hasta mediados del s. XV. A este respecto hay que indicar cómo en 1404 los Jurados de Córdoba redactan un documento en el que se informa sobre las rentas asignadas por Enrique III para "… labrar y reparar los muros desta cibdat …" (AMCO, sección 04, caja 100, serie 02, doc. 02). La proximidad de la ciudad de Córdoba al reino Nazarí de Granada, y su uso generalizado como punto estratégico en los últimos años de la Reconquista, acrecentó el interés desde las instituciones (municipal, real y eclesiástica) por el mantenimiento óptimo de su recinto amurallado, que mantiene plenamente sus funciones defensivas (Barbado 1999: 337). Consecuentemente, en el siglo XV se lleva a cabo la labor de reconstrucción de todos aquellos tramos de muralla que se encontraban en mal estado. Es por ello que la gran mayoría de los alzados visibles en la Ronda del Marrubial podrían pertenecer a este último momento de la Fase Bajomedieval II. Contamos con algunos textos que, aunque no hacen referencias directas a las Murallas del Marrubial, nos hablan de las labores de reconstrucción realizadas a lo largo del siglo XV, ante una preocupación evidente de procurar a la ciudad de unas defensas efectivas como el Mandamiento Real de 1461. (AMCO, sección 4, caja 100, serie 02, doc.3).

Figura 9. Vista de lienzos y torres del tramo de la muralla de la Axerquía situada en el Marrubial

En este caso la cimentación se apoya sobre una fuerte capa de tapial, muy duro y apelmazado de color castaño rojizo. Sobre la preparación de tapial se alza el primer rebanco de la cimentación, consistente en una hilada de sillarejos de formas irregulares, con tendencia a lo rectangular, mal trabajados con una potencia superior al metro en todos los sectores examinados, cuyo elemento de unión es el tapial, y con cantos de río en las juntas. En algunos casos aparece una verdugada de ladrillos de barro colocados en plano creando una superficie nivelada sobre la que apo-

ya la estructura del siguiente escalón de la cimentación. Por lo tanto, el perfil de la cimentación se ensanchaba en los niveles inferiores, ocasionando en la línea de muro una serie de rebancos con los que se obtenía mayor consistencia y estabilidad. Esta técnica de ensanche de la cimentación mediante escalonamiento se encuentra documentada en el caso de las murallas de Sevilla y Murcia, ambas reconstruidas en época cristiana. (Córdoba de la Llave 1996: 152-153)

Encima del rebanco superior suele aparecer una última hilada de sillarejos que podría ser un recrecido de la cimentación sobre el que se construyó el zócalo de esta época que son también de piedra, formándose una pared vista que sigue con la función de proteger la zona inferior del tapial de la acción erosiva. El zócalo estaba formado por varias hiladas sucesivas de sillares y sillarejos a tabla de calcarenita extraídas de canteras del piedemonte de la Sierra, bien labrados y asentados que se alternaban con sogas y tizones sin un orden claro, trabados con argamasa de cal con ripios, principalmente cantos aplanados para rellenar las irregularidades de las juntas. (Córdoba-Marfil 1995, 145-177).

Todos los lienzos del amurallamiento están construidos con tapial. En cuanto a la altura de los alzados de tapial de la Ronda del Marrubial adscritos a esta Fase que han llegado a nuestros días oscila entre los 5/6 metros desde el zócalo hasta el camino de ronda lo que unido a la altura del zócalo nos da una altura media para la muralla de 6 a 7 m. Hay que señalar que la altura se va adaptando a la orografía del terreno, disminuyendo de altura a medida que nos dirigimos al sur hacia el río.

En cuanto a los muros de tapial las ordenanzas de alarifes de 1495 fijan las dimensiones de cada tapia, es decir, de cada cajón de tapial, en ocho ladrillos de largo y tres de alto; si establecemos que la longitud media de un ladrillo es de 0,28 m, tendremos que la altura del cajón debe alcanzar los 84 cm y su longitud los 2,20 a 2,40 m (Córdoba de la Llave, 1996: 155). Estos muros cumplen con estas reglas. Los cajones miden unos 0,85 m de alto por 2,40 a 2,50 m de longitud, esta última medida es ligeramente superior a la establecida por los alarifes, aunque no dejaría de cumplir las ordenanzas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en algunos casos no se conservan en su totalidad, que el último cajón de tapial e incluso los dos últimos son reconstrucciones de época moderna.

El tapial está hecho de arenas, cal, restos cerámicos y gravillas, dispuestos en 11 tongadas de material. Entre los cajones se aprecian las distintas líneas de mechinales, realizados para albergar las agujas utilizadas para la construcción del tapial; estos han quedado al descubierto debido a la pérdida de parte del enlucido.

Los mechinales se encuentran a una distancia de entre 0,60 y 0,70 m unos de los otros; en algunos de ellos se observan restos de las maderas utilizadas en las agujas. Además de las agujas colocadas en horizontal y empleadas en el encofrado se conservan algunos palos dispuestos de forma transversal, atravesando el cajón. En cuanto al enlucido que cubriría todo el alzado en origen, se compone por una fina capa de argamasa de cal (4-5 mm) con alto contenido en arcillas, resultado de una mezcla depurada. El color del enlucido actualmente alcanza tonos ocres o castaño oscuros, posiblemente por una fuerte carbonatación unida a la presencia de arcillas.

Los diferentes lienzos de muralla se unen por medio de lo que P. Marfil (1995: 162) denomina “machones”. Están conformados por sillarejos rectangulares de módulo reducido dispuestos en 27 hiladas a soga y tabla, con recalzos de cantos en las juntas y argamasa de cal como elemento de unión. Su disposición responde a la técnica de cosido de muros con cremallera; están formados por bloques de cuatro a cinco hiladas de sillarejos superpuestos, desplazados alternativamente, de manera que van encajando como dientes con los diversos cajones de tapial. En definitiva, los machones evidencian la intervención o

Detalle aguja transversal, Lienzo 11-12.

Figura 10. Detalle de aguja transversal en lienzo

Figura 11. Detalle de machón de unión torre y lienzo

Figura 12. Adosamiento de torres cristianas a los lienzos

reparación de los alzados de murallas, de forma que unen los diferentes cajones ya sean del propio lienzo de muralla o de las torres. Así tenemos machones bajomedievales, modernos y/o contemporánea. Al igual que en los zócalos, han aparecido algunas marcas de cantero en los machones. Aunque estas marcas de cantero son similares a las documentadas en los zócalos de la fase Bajomedieval I, hay que tener en cuenta que estos signos solían ser hereditarios, y que de esta manera se podía representar ininterrumpidamente el prestigio de un linaje de maestros (Alvarado 2009: 94). La adscripción de los alzados de tapial a las fases Bajomedieval I o Bajomedieval II se fundamenta en las relaciones de anterioridad y posterioridad establecidas a partir de la unión de los machones con los lienzos, así como en las dimensiones de las cajas y la concordancia de las líneas de mechinales de unos lienzos respecto a otros.

La edificación de las torres fue inmediatamente posterior a la de la muralla. Se adosaron al lienzo por el exterior y algunas se construyeron mediante un encofrado exterior de tapial por sus tres caras, con dos pilares de ladrillo en su parte central, y macizadas con relleno en todo el espacio interior, quedando así un cubo cerrado hasta la zona del adarve. La parte superior de las torres estaría cubierta por cámara abiertas con paredes de tapial y cobertura de ladrillo y teja, como evidencian los restos de madera y adobe encontrados. En algunas de las torres, se ha documentado una cimentación distinta a la de la muralla, con una zapata de tierra apisonada compactada con gravilla que corta la zanja de cimentación de la muralla confirmando su carácter posterior, que ofrece una base sólida y coherente con su función estructural independiente sobre la que se levanta el alzado de tapial de la torre, del que se observan las marcas del encofrado. La anchura de esta zapata sobresale de la línea vertical de la torre unos 0,42 m. Los estratos que componen la zapata se caracterizan por su alta compactación, conseguida apisonando el sustrato arcilloso mezclado con gravillas de pequeño y mediano tamaño, fabricando así lo que podría denominarse un tapial sin cal muy consistente y que conforma una buena base de apoyo para el alzado de la torre. En la base se extiende una primera capa preparatoria o de limpieza, a base de picadura de calcarenita y nódulos de cal. Esta manera de cimentar es similar a la utilizada en el recinto amurallado almohade exhumado en el entorno de la Torre de la Calahorra (León et alii 2001: 251-252), y pudo ser observado también en el denominado recinto de la Torre de Belén o del Alcázar Viejo, identificado como perteneciente a la Alcazaba almohade de Qurtuba (Murillo et alii 2010). Los lienzos se levantarían íntegramente de tapial sin zócalo de piedra, tan sólo con una plataforma de preparación, sobre la que se montan directamente los cajones de encofrado.

Por último, el camino de ronda, con una anchura de 1,60 m, se realizó con una doble técnica: la mitad occidental compuesta por un pavimento de losas de

arenisca, y la mitad oriental con un pavimento de argamasa que apoyaba sobre el antepecho. Éste tenía una base formada por una hilada de ladrillos que sobresalían al exterior para proteger el alzado de la muralla de la lluvia, sobre el que se disponía el antepecho de tapial propiamente dicho (Córdoba-Marfil 1995: 145-177).

Conclusiones

El sistema constructivo de las murallas de la Axerquía cordobesa revela una evolución técnica y funcional coherente con los cambios históricos y sociales de la ciudad. Desde los métodos propios de al-Andalus –con tapial sobre zócalo de sillería, barbacanas y torres cuadradas– hasta las reformas cristianas que consolidan y adaptan estos elementos con nuevas técnicas y materiales, se configura un conjunto defensivo de gran complejidad y riqueza arqueológica. Numerosos estudios tanto arqueológicos como de investigación han permitido reconstruir con detalle los procesos y soluciones arquitectónicas adoptadas a lo largo de los siglos, consolidando el conocimiento sobre una de las fortificaciones urbanas más significativas del medievo hispano.

Lista de referencias

Alejandre Sánchez, F. J. 2003. Los morteros en la Edad Media en Graciani, A. Ed.. *La técnica de la arquitectura medieval*, Sevilla, pp. 235-250.

Algorri, E.; Vázquez, M. 1996. Enmienda a dos de los errores más comunes sobre el tapial, *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Madrid, pp. 259-276.

Alvarado Planas, J. 2009. *Heráldica, simbolismo y usos tradicionales de las corporaciones de oficios: las marcas de cantero*, Madrid.

Azuar, R. 1995. Las técnicas constructivas en al-Andalus. El origen de la sillería y del hormigón de tapial, *Actas de las V Semana de Estudios Medievales* 1994, Nájera, pp. 125-142.

— 2004. Técnicas constructivas y fortificación almohade en al-Andalus», en *Los Almohades. Su patrimonio arquitectónico y arqueológico en el Sur de Al-Andalus.* Junta de Andalucía, pp. 57-74.

— 2005. Técnicas constructivas y fortificación almohade en al-Andalus, En *Arqueología de la Arquitectura* 4, pp. 149-160.

Baena Alcántara, Mª D. 1987. Informe de la Intervención Arqueológica de Urgencia en Avda. de las Ollerías nº 2, recayente a Plaza de la Lagunilla, Córdoba, *Informe administrativo depositado en la Delegación Provincial de Cultura de Córdoba*, expediente 121 inédito).

— 1990. Intervención arqueológica de urgencia en Avda. de las Ollerías nº 2, recayente a Plaza de la Lagunilla Córdoba). Restos de muralla de la Ajarquía, *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1987, III/Actividades de Urgencia, pp. 151-158

— 1991. Intervención arqueológica de urgencia en Avda. de las Ollerías nº 14, 1ª fase Córdoba), *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1989, III/Actividades de Urgencia, pp. 138-145.

Baena Alcántara, Mª D., Marfil, P. 1988-90. Nuevos datos acerca del amurallamiento norte de la Ajerquía cordobesa. Excavaciones arqueológicas en el nº 14 de la Avenida de las Ollerías Córdoba), *Cuadernos de Madinat al-Zahra* 2, pp. 165-180.

Barbado Pedrera, Mª T. 1999. Transformaciones en el recinto amurallado cordobés en los siglos XV al XVIII. En *Córdoba en la Historia: La Construcción de la Urbe. Actas del Congreso. Córdoba 20-23 de mayo, 1997.* Córdoba.

Becerra Luna, J. 2015. Estudio comparativo entre consolidación por carbonatación bacteriana y nanopartículas de hidróxido de calcio en materiales pétreos, MoleQla, *Revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide*, 17, marzo de 2015, pp. 98-100.

Bermúdez Cano, J. M. 1989. Informe de la Intervención Arqueológica de Urgencia en la c/ Cárcamo, Córdoba, *Informe administrativo depositado en la Delegación Provincial de Cultura de Córdoba*, expediente 1520 inédito).

— 1993. La trama viaria propia de Madinat al-Zahra y su integración con la de Córdoba, *Anales de Arqueología Cordobesa* 4, pp. 259-294.

— 1994. *Estudio arqueológico de los puentes cordobeses, Córdoba*, Memoria de Licenciatura inédita.

— 2002. Informe de la Intervención Arqueológica de Urgencia en el entorno de la antigua Puerta de Baeza, Córdoba, I*nforme administrativo depositado en la Delegación Provincial de Cultura de Córdoba* inédito).

Borrego, J.D. 2008. La entrada del Aqua Agusta Vetus a Colonia Patricia: Notas para el abastecimiento de agua a la Córdoba romana, *Anales de Arqueología Córdobesa*, 19, Córdoba, 99-124.

Calama, J. M.; Canivell, J. 2006. Análisis patológico de los paramentos de la muralla almohade de Sevilla: tramo comprendido entre la Puerta de la Macarena y el Jardín del Valle, *Actas del V Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra*, Mendoza, pp. 117-135.

Carmona Berenguer, S.; Martín Urdiroz, I. 2003. Las murallas cristianas de Córdoba, *Guía Arqueológica de Córdoba, Córdoba*, pp. 205-208.

Carmona Berenguer, S.; Ruiz Lara, Mª D. 2003. Las murallas, *Guía Arqueológica de Córdoba*, Córdoba, pp. 134-136.

Castro del Río, E. 2009. *Informe-memoria del Anexo al Proyecto de Control Arqueológico de las Obras de Restauración del Puente Romano de Córdoba: la Torre de la Calahorra,* expediente administrativo inédito).

Cavilla Sánchez-Moreno, F. 2005. *La cerámica almohade de la isla de Cádiz Yâzirat Qadis*, Cádiz.

Chacón, C. y Murillo J. 2016-2018. Proyecto de restauración de los lienzos y torres del tramo de muralla de la Axerquía del Marrubial.Gerencia Municipal de Urbanismo del Ayuntamiento de Córdoba.

Civantos, Mª D.; Chica, Mª P. 1990. Informe de la Intervención Arqueológica de Urgencia realizada en Campo Madre de Dios nº 12/9, Cordoba, *Informe administrativo depositado en la Delegación Provincial de Cultura de Córdoba*, expediente 2846 inédito).

Córdoba de la Llave, R., Marfil Ruiz, P. 1995. Aportaciones al estudio de las murallas medievales de Córdoba. Técnicas de construcción en el sector Ronda del Marrubial, *Meridies*, II, pp. 145-177.

Córdoba de la Llave, R. 1996. Aportaciones al conocimiento de las técnicas de construcción de la Córdoba bajomedieval. *Actas del primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Madrid, 19-21 septiembre 1996.

Corzo Sánchez, R. 1992. *Las vías romanas de Andalucía*, Sevilla.

Escobar Camacho, J.M. 1989. *Córdoba en la Baja Edad Media*, Córdoba.

García Soriano, L; Mileto, C.; Vegas, F. 2013. La coronación en la arquitectura de tapia. Técnicas constructivas de intervención a través del Instituto de Patrimonio Cultural de España IPCE), *XIII Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra SIACOT 2013)*, Valparaiso, pp. 1-9.

García Verdugo, F. R.; Martín López, C. 1994. *Cartografía y fotografía de un siglo de urbanismo en Córdoba 1851/1958*, Córdoba.

Graciani, A.; Tabales, M. A. 2008. El tapial en el área sevillana. Avance cronotipológico estructural, *Arqueología de la Arquitectura* 5, pp. 135-158.

González Martín, C. 1991. Informe de la Intervención Arqueológica de Urgencia realizada en la C/ Adarve nº 30, Cordoba, *Informe administrativo depositado en la Delegación Provincial de Cultura de Córdoba*, expediente 2933 inédito).

Guarner González, I. 1982. La restauración del recinto amurallado de Niebla Huelva-España), *Informes de la Construcción,* vol. 34, núm. 344-345, pp. 45-58.

Gurriarán Daza, P.; Sáez Rodríguez, Á. J. 2002. Tapial o fábricas encofradas en recintos urbanos andalusíes, *Actas del II Congreso Internacional La Ciudad en Al-Andalus y el Magreb*, pp. 561-625.

León Muñoz, A. 2003. *La Axerquía, Guía Arqueológica de Córdoba*, Córdoba, pp. 141-143.

León, A.; Murillo, J. F.; García, B.; Pizarro, G. 2001. Informe-Memoria de la I.A.U. en el P.A. SS-4 entorno de la Torre de la Calahorra, Córdoba), AAA´01.III-1, Sevilla, pp. 251-252.

López Martínez, F. J. 1997. Tapias y tapiales, *Loggia* 8, pp. 74-89.

Malpica, A. 2003. *Los Castillos de Al-Andalus y la organización del territorio*. Univ. de Extremadura, Cáceres.

Marfil Ruiz, P. 1990. Informe de la Intervención Arqueológica de Urgencia realizada en la Plaza de Colón nº 38, Cordoba, *Informe administrativo depositado en la Delegación Provincial de Cultura de Córdoba*, expediente 1903 inédito).

— 1995. Informe de la Intervención Arqueológica de apoyo a la restauración en las Murallas de la Axerquía. Ronda del Marrubial, Córdoba, *Informe administrativo depositado en la Delegación Provincial de Cultura de Córdoba* inédito)

— 1997. Intervención arqueológica de emergencia en el nº 14 de la Avenida de las Ollerías Córdoba). 1/7/90 a 31/8/90, *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1993, III/ Actividades de Urgencia, pp. 149-160.

Mileto, C.; Vegas, F.; López, J. M. 2011. Criterios y técnicas de intervención en tapia. La restauración de la Torre Bofilla de Bétera Valencia), *Informes de la Construcción*, Vol. 63, nº 523, pp. 81-96.

Murillo, J. F. Topografía y evolución urbanística, en X. Dupré ed.), Las capitales provinciales de Hispania. I. *Córdoba Colonia Patricia Corduba*, Roma, pp. 39-54

Murillo, J. F.; Carrillo, J. R.; Carmona, S.; Luna, D. 1995. Intervención arqueológica en el palacio de Orive, A.A.A. ’92, Vol. III, pp. 175-187.

Murillo, J. F.; Fuertes, M. C. y Luna, D. 1999. Aproximación al análisis de los espacios domésticos en la Córdoba andalusí, en García Verdugo, P. y Acosta, F. Coords.) *Córdoba en la Historia. La construcción de la urbe*, Córdoba, pp. 129-154.

Murillo Redondo, J. F. et alii 2010. Investigaciones arqueológicas en la muralla de la Huerta del Alcázar Córdoba) en *Anales de Arqueología Cordobesa*, 2, Córdoba, pp. 183-230.

Navarro Poveda, C. 2010. Estudio de los signos lapidarios del Castell de Castalla en

Menéndez, J. L., Bevià i García, M., Mira J. A. y Ortega, J. R. Eds.. *El Castell de Castalla. Arqueología, arquitectura e historia de una fortificación medieval de frontera*, Alicante, pp. 216-221.

Padilla González, J. 1996. *Pedro López II, maestro mayor y alarife de Córdoba*. Córdoba.

Palol, P. 1968) *Arte hispanico de la época visigoda*.

Pavón, B. 1992. *Ciudades hispanomusulmanas*, Madrid.

— 1999. *Tratado de arquitectura hispano musulmana II. Ciudades y fortalezas*, Madrid.

Puchol Caballero, M. D. 1992. *Urbanismo del Renacimiento en la ciudad de Córdoba*. Córdoba.

Puente López, J. L. 2006. *Firmado en la piedra: marcas, signos lapidarios y símbolos por los maestros canteros medievales*, León.

Ramírez de Arellano, T. 2001. *Paseos por Córdoba*, Córdoba.

Rodero Pérez, S. 2003. Informe de la Actividad Arqueológica Preventiva realizada en la c/ Mayor De Sta. Marina nº 17, Cordoba, *Informe administrativo depositado en la Delegación Provincial de Cultura de Córdoba*, expediente AAPRE/7/03 inédito).

— 2004. Informe de la Actividad Arqueológica Preventiva realizada en la Plaza de La Lagunilla nº 11, Cordoba, *Informe administrativo depositado en la Delegación Provincial de Cultura de Córdoba,* expediente AAPRE/16/03 inédito).

Rodríguez Sánchez, Mª C. 2005. Informe de la Supervisión Arqueológica realizada en la Ronda del Marrubial, Córdoba. *Informe administrativo depositado en la Delegación Provincial de Cultura de Córdoba* inédito).

Ruiz, D.; Murillo, J. F.; Carrillo, J. R.; Carmona, S.; Moreno, M. 2003. Resultados de la intervención arqueológica realizada en el Palacio de Orive, de Córdoba 1996-1998), A.A.A. 2003, Vol. III, pp. 299-321.

Ruiz Lara, D. 2008. La ocupación diacrónica del sector meridional del Ŷānib al-Garbī de Qur ūba siglos VIII-XIII) . AAAC 1, pp. 163-200.

Ruiz Nieto, E. 1992. Informe de la Intervención Arqueológica de Urgencia realizada en la Plaza de Colón nº 32, Cordoba, *Informe administrativo depositado en la Delegación Provincial de Cultura de Córdoba,* expediente 1903 inédito).

— 2001. Representaciones antropomorfas hispanomusulmanas sobre hueso. A.A.C., 12, pp. 385-396. Córdoba.

Santos Gener, S. 1955. *Memoria de las excavaciones del Plan Nacional, realizadas en Córdoba 1948-1950),* Madrid.

Soler Estrela, A. 2009. La técnica del tapial en las fortificaciones y despoblados de Sharq al-Andalus. Un estudio arquitectónico constructivo, *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Valencia 2009*, Vol. 2, pp. 1361-1370.

Torres Balbás, L. 1985. *Ciudades hispano-musulmanas*, Madrid.

Valvé, J. 1976. Notas de metrología hispano-árabe. El codo en la España musulmana, *Al-Andalus* 41.2, pp. 339-354.

Ventura, A. 1996. *El abastecimiento de agua a la Córdoba romana II. Acueductos, ciclo de distribución y urbanismo*, Córdoba.

Ventura, A. y Pizarro, G. 2010. El Aqua Augusta Acueducto de Valdepuentes) el abastecimiento de agua a Colonia Patricia Corduba: Investigaciones recientes 2000-2010) en *Actas del V congreso de Obras públicas romanas, celebrado en Córdoba del 7 al 9 de octubre de 2010*, Córdoba.

Il puzzle architettonico della cattedrale di Viterbo ricomposto mediante l'indagine delle sue tecniche costruttive (805-1956)

Renzo Chiovelli
Giulia Maria Palma
Vania Rocchi

La lunga e articolata storia legata alla costruzione e alle trasformazioni del Duomo di Viterbo affonderebbe le sue radici nell'VIII secolo, precisamente al 767, anno in cui in una pergamena del regesto dell'abbazia di Farfa viene citato un vescovo, Leone, chiamandolo *episcopus civitatis Castri Viterbii*, unico vescovo nominato con tale appellativo nel corso del primo millennio, ma il presbitero e storico veneziano Giuseppe Cappelletti ipotizza che, a causa del «deperimento di Toscanella», il vescovo dell'attuale Tuscania abbia solo temporaneamente posto la sua sede a Viterbo;[1] mentre l'opinione di Giuseppe Signorelli è che Leone sia stato un antivescovo eletto dall'antipapa Costantino II (767-768) e che abbia potuto avure sede a Viterbo, non potendo prendere possesso di Tuscania.[2]

La prima documentazione scritta che riporta l'esistenza di una pieve dedicata a San Lorenzo, sul luogo in cui sorgerà la futura cattedrale, ovvero sul colle del *castrum* di Viterbo, che secondo la tradizione era stato precedentemente un'area dedicata al culto etrusco e romano di Ercole, risale all'805;[3] pieve che alla metà del IX secolo figurerà nella conferma della giurisdizione sui possedimenti della diocesi data con la bolla *Convenit apostolico* di papa Leone IV al vescovo di Tuscania Virbono II (Omobono II).[4]

Nel corso del XII secolo l'importanza di Viterbo nel territorio inizia a crescere. Già dal 1116 accoglie, per un breve periodo, papa Pasquale II e due anni dopo viene dichiarata "città libera" dall'imperatore Enrico V, vedendosi confermate tutte le istituzioni comunali. Nella città soggiorna lungamente nel 1145 papa Eugenio III in fuga da Roma ed in più occasioni Adriano IV durante il suo pontificato (1154-1159), finché tra il 3 agosto e il 4 ottobre 1192 papa Celestino III istituisce la diocesi di Viterbo, a cui viene unita la precedente sede vescovile di Tuscania, con le diocesi di Bieda (Blera) e Centumcellae (Civitavecchia). Primo *episcopus Viterbiensis et Tuscaniensis* è Giovanni I, cardinale del titolo di San Clemente. Sarà in seguito a tale evento che s'inizierà a costruire la cattedrale romanica al posto della precedente pieve dedicata a San Lorenzo; chiesa che doveva comunque essere abbastanza grande essendo stato ipotizzato che potesse essere a cinque navate.[5] Con lo statuto cittadino del 1251, in cui uno dei quattro quartieri in cui è suddivisa la città è quello di San Lorenzo ospitante la cattedrale, viene dichiarata la costruzione, adiacente alla chiesa, del palazzo vescovile. Di lì a poco, nel 1257, papa Alessandro IV, in seguito all'instabilità politica e conflittuale creatasi a Roma, trasferisce la Curia papale a Viterbo. La città diventa così un centro di cultura e interesse internazionale e nel 1268-1271 si tiene il primo 'conclave', il più lungo della storia (1006 giorni), nel palazzo papale terminato nel 1266 nei pressi della cattedrale per volontà del capitano del popolo Raniero Gatti, a cui l'anno successivo viene aggiunta l'aerea loggia delle benedizioni, da parte di Andrea di Beraldo Gatti, successo a Raniero.[6]

Giulia Maria Palma – Università della Tuscia di Viterbo; Renzo Chiovelli – Sapienza Università di Roma; Vania Rocchi: C.I.S.Sa.S.

Figura 1. La navata centrale della cattedrale di San Lorenzo a Viterbo come si presentava prima dell'inizio dei lavori di restauro conseguenti ai danni provocati dal bombardamento del 27 maggio 1944 (Archivio di Stato di Viterbo, Fondo del Genio Civile).

Dal momento in cui la Curia papale risiede a Viterbo, anche la cattedrale viene coinvolta dalla presenza dei papi. Il primo pontefice la cui sepoltura è documentata all'interno della cattedrale di San Lorenzo è lo stesso Alessandro IV, deceduto a Viterbo il 25 maggio 1261. Anche alla morte di Clemente IV, avvenuta a Viterbo il 29 novembre 1268, si decise di inumarlo in cattedrale, per poi trasferirne invece il corpo nella chiesa dominicana di Santa Maria in Gradi, come da lui era stato richiesto.[7] Sempre nella cattedrale viterbese, durante le funzioni del giovedì santo del 5 aprile 1268, lo stesso Clemente IV aveva lanciato una dura scomunica contro Corradino di Svevia. In una cappella laterale della cattedrale furono poi sepolte le spoglie del papa portoghese Giovanni XXI, detto Pietro Ispano, intronizzato nella stessa chiesa il 20 settembre 1276 e deceduto a Viterbo il 20 maggio 1277, in seguito al crollo strutturale di una stanza che aveva fatto costruire sul retro del palazzo papale.[8]

Il 27 gennaio 1303 venne celebrata la traslazione dei primi santi patroni della città, i martiri Valentino e Ilario, all'interno della cattedrale, dei quali è accertata la presenza di una cappella a loro dedicata a destra dell'altare maggiore nel 1336. Da questo secolo iniziano una serie di aggiunte e trasformazioni alla struttura iniziale della chiesa.

A Urbano IV, nel 1369, si deve la sistemazione della copertura del duomo e la costruzione del campanile attualmente visibile, realizzata coi fondi di coloro ai quali promise indulgenze in cambio di donazioni da destinare ai restauri e al nuovo cantiere della cattedrale. Solo nel 1450 venne installata la cuspide piramidale del campanile per volere dell'arciprete Battista Cordelli; dieci anni più tardi vennero svolti ulteriori lavori di carpenteria alle coperture della cattedrale per mano del carpentiere viterbese mastro Paolo di Matteo, documentati da una iscrizione su una delle capriate lignee a vista.

Con l'inoltrarsi in epoca rinascimentale viene ritenuta sempre più pressante la necessità liturgica ed estetica di apportare modifiche all'originaria chiesa medievale. Alla fine del XV secolo risulta ancora presente una *schola cantorum*, di cui si decide la distruzione: «fu concluso che si levasse questo coro quale sta nel mezo della Chiesa de S. Laurentio ... in modo che la chiesa rimanesse spicciata». È difatti in questo momento che si configura la volontà di operare tramite una radicale trasformazione della cattedrale di San Lorenzo per volontà del vescovo Settala Visconti di Milano, il quale la sollecita ai Priori del Comune. Questi dettero quindi incarico al maestro Danesi di costruire un modello ligneo della nuova fabbrica e pertanto iniziarono i lavori di demolizione del coro e del presbiterio, interrotti nel dicembre 1491, alla morte del committente vescovo.

Solamente nel 1538, Antonio da Sangallo il Giovane, architetto molto attivo nell'alto Lazio in quegli anni, prospetta l'allungamento dell'abside centrale della cattedrale viterbese. Ma sarà solo dopo che il cardinale Giovanni Francesco Gambara, giunto a Viterbo nel 1566 in qualità di vescovo, sembrandogli «il tempio suo tanto antico e tanto mal d'ogni cosa concertato che d'ogni altra cosa aveva forma eccettoché di tempio», che ne predisporrà ingenti trasformazioni, intraprese nemmeno due anni dopo, iniziando a fare demolire l'antica abside romanica per permet-

tere la costruzione di un ampio coro, successivamente denominato "il Cappellone". Sempre Gambara, come amministratore apostolico di Viterbo e Tuscania, nel 1568-70 fa rinnovare completamente la facciata della cattedrale, reimpiegandovi due antiche colonne marmoree nel portale principale.[9] Del precedente prospetto medievale restano due rosoni che oggi si trovano collocati, uno a destra della nuova facciata, per dare luce alla cappella di Santa Caterina, l'altro su una parete dell'adiacente palazzo vescovile.[10] Per l'ammodernamento interno della chiesa viene incaricato Ludovico da Cortona di costruire dieci cappelle laterali «in pietra concia».[11] Al termine dei lavori di trasformazione che fecero del tempio medievale una basilica rinascimentale, i consiglieri comunali della Città di Viterbo non poterono fare altro che dichiarare: «a quanta bellezza il vescovo ha ridotto la chiesa di S. Lorenzo, duomo della Città».

Ma i lavori di trasformazione della cattedrale continuarono anche nei secoli successivi. Nel corso della prima metà del XVII secolo venne costruita la cappella di Santa Lucia, lungo la navata laterale sinistra, per volontà del viterbese Cesare Bussi e iniziarono i lavori per la realizzazione della sacrestia, commissionati dall'arcivescovo Francesco Maria Brancaccio.

L'arcivescovo di Viterbo Stefano Brancaccio, nel 1681, fece costruire all'interno della cattedrale di San Lorenzo una volta a botte in concrezione con cinque lunette laterali per ciascun fianco della navata centrale e a crociera in quelle laterali, le quali occultarono le superiori capriate lignee originariamente a vista; dovettero essere rialzate le navate laterali per l'innalzamento della loro quota della copertura; quattro speroni in ogni fianco contrastano esternamente le spinte della volta scaricandole sugli archi fra le crociere delle navate laterali, nelle quali fece aprire delle cappelle. La volta viene decorata da Urbano Romanelli e contestualmente per l'interno della chiesa viene realizzato un rivestimento di stucchi e decorazioni barocche. Il successivo vescovo di Viterbo, cardinale Urbano Sacchetti, nel 1683, commissiona gli affreschi della tribuna cinquecentesca al pittore Giuseppe Passeri.

A partire dal 1696 ha inizio un lungo periodo di lavori che porteranno alla costruzione e decorazione della nuova cappella dedicata ai martiri Valentino e Ilario, che si concluderà solamente intorno al 1731. Il progetto viene affidato all'architetto Giovanni Battista Contini con la collaborazione degli scalpellini

Figura 2. Particolare della navata sinistra della cattedrale di San Lorenzo a Viterbo prima dell'inizio dei lavori di restauro conseguenti ai danni provocati dal bombardamento del 27 maggio 1944. Sulle pareti è presente la finta cortina muraria dipinta con gli interventi del 1876-78 dell'architetto Luca Carimini (Archivio di Stato di Viterbo, Fondo del Genio Civile)

Agostino e Giovan Battista Peruzzi, le cornici in marmo e l'altare sono opera di Giacomo Antonio Ferrari, la pavimentazione viene realizzata da Domenico Duranti, mentre la pala d'altare e il tabernacolo vengono eseguiti da Giovanni Maria Morandi.[12]

Alla fine del XVIII secolo si rendono necessari dei lavori di restauro al campanile della cattedrale che aveva subito dei danni in seguito alla caduta di un fulmine; poi, per oltre settant'anni, il duomo non subisce ulteriori interventi, fino alla sepoltura di Letizia Cristina Bonaparte in una delle cappelle laterali, per la quale viene realizzato nel 1872 anche un busto della principessa dallo scultore senese Giovanni Duprè.

Pianta della cattedrale di San Lorenzo a Viterbo redatta il 3 novembre 1950 dall'architetto Benedetto Civiletti, della Soprintendenza ai Monumenti del Lazio, per il progetto di «ricostruzione della cattedrale

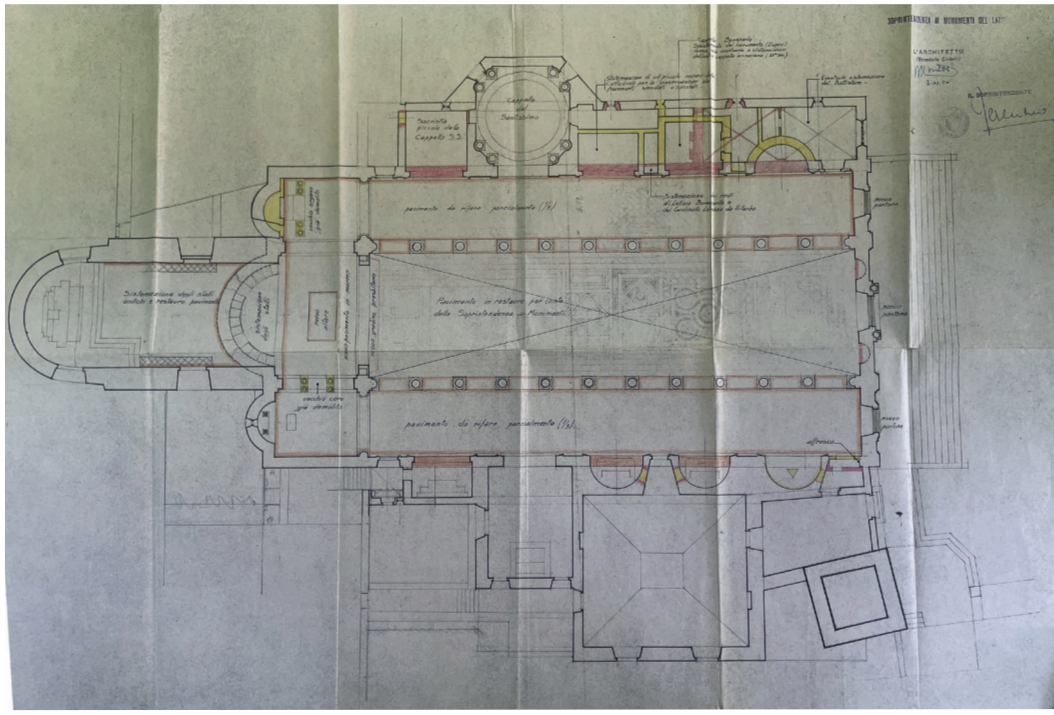


Figura 3. Particolare della navata sinistra della cattedrale di San Lorenzo a Viterbo prima dell'inizio dei lavori di restauro conseguenti ai danni provocati dal bombardamento del 27 maggio 1944. Sulle pareti è presente la finta cortina muraria dipinta con gli interventi del 1876-78 dell'architetto Luca Carimini (Archivio di Stato di Viterbo, Fondo del Genio Civile)

nel '400» con indicazione dei nuovi interventi di restauro interni, con arredi, restauri delle pavimentazioni, ricostituzione delle cappelle laterali e la creazione, in una di queste, di un piccolo museo dove conservare i frammenti delle parti architettoniche «smontate o spostate». Soprintendente Alberto Terenzio (Archivio di Stato di Viterbo, Fondo del Genio Civile)

Tra il 1876 e il 1878 l'architetto purista neoquattrocentista romano Luca Carimini dirige i lavori di restauro della cattedrale di San Lorenzo rifacendosi allo stile neomedievale, gradito da buona parte della committenza cittadina, compreso il vescovo Grasselli e diversi parroci, col frequente sostegno dell'amministrazione comunale.[13] Vengono sostituite le imbiancature barocche interne con una tinteggiatura a falso rivestimento lapideo dipinto sulle pareti laterali e sulle arcate, si dipingono anche le colonne e viene restaurato con abbondanti sostituzioni di materiali il pavimento cosmatesco. Il mosaicista Tito Scagnoli opera un'ampia sostituzione del litostrato originario, di cui rimangono parti nella navata maggiore presso il presbiterio. Pur mantenendo gli stessi disegni compositivi, i dischi della parte centrale del pavimento della navata principale in 'rosso di Monterazzano' vengono sostituiti col più brillante 'rosso di Siena', così come il 'travertino' viene sostituito col più luminoso 'bianco di Carrara'. Al fronte clericale, sostenitore dell'intervento di restauro della cattedrale, si schiera in opposizione il fronte liberale nella persona dell'ispettore locale degli scavi e monumenti, Giosafatte Bazzichelli, che desiderava un approccio maggiormente scientifico, in linea con i dettami ministeriali, avversando soprattutto il finto paramento murario dipinto, definendolo degno di un'osteria e non adeguato a un ambiente sacro.[14] Cinque anni dopo il termine dei lavori di restauro il campanile della cattedrale di San Lorenzo viene nuovamente colpito da un fulmine e si rendono necessari gli interventi di restauro a cura di Raffaele Ojetti, demo-

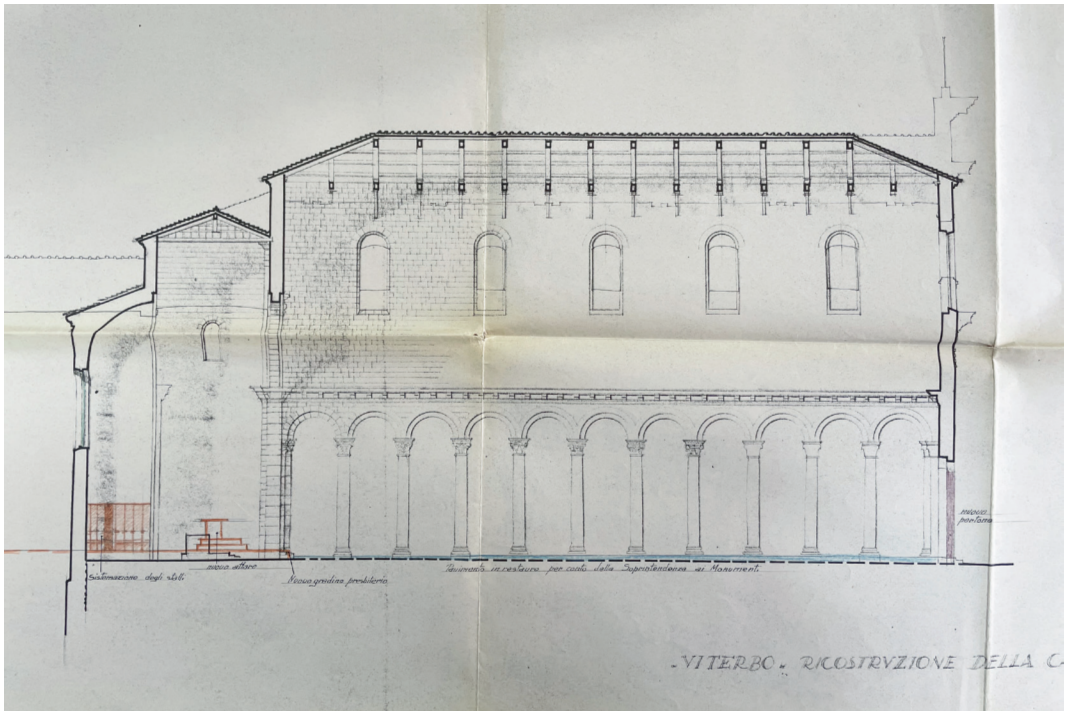


Figura 4. Sezione longitudinale della cattedrale di San Lorenzo a Viterbo redatta il 3 novembre 1950 dall'architetto Benedetto Civiletti, della Soprintendenza ai Monumenti del Lazio, per il progetto di «ricostruzione della cattedrale nel '400» (Archivio di Stato di Viterbo, Fondo del Genio Civile)

lendo e ricostruendo parte di un pilastro, le colonnine delle finestre, la cornice ad archetti e il paramento lapideo.

Nel 1906 Pietro Egidi scrive che durante i lavori operati nel 1878 all'interno del duomo vennero ritrovati alcuni resti di murature e sculture antiche, perché «rimosso il pavimento, presso la porta maggiore e a non molta profondità gli operai si incontrarono in una platea di opera cementaria durissima, e a metà circa della nave di mezzo in un muro a grosse pietre regolari che correva parallelo al colonnato alla distanza di un metro circa: altro muro simile ad angolo retto col primo tagliava quasi tutta la nave. Vari frammenti di scultura, di cui i più importanti (fascia con grifoni e festoni di frutta, fregi con tritoni) sono conservati nel Museo Comunale e una iscrizione frammentaria erano tra le pietre sparse intorno alle mura». Lo scavo sarebbe stato frettolosamente ricoperto nel timore che fosse d'ostacolo alla prosecuzione del restauro del pavimento, per cui Egidi si chiese se i ruderi rinvenuti fossero romani o medievali. La quota pavimentale della piazza antistante San Lorenzo venne abbassata all'inizio degli anni '30 del secolo scorso, realizzando la scalinata davanti la facciata della cattedrale, la quale nel marzo 1940 fu elevata da Pio XII a dignità di basilica minore.

Una tragica pagina della storia della cattedrale venne scritta il 27 maggio 1944: durante la notte, un grappolo di bombe aeree sfondava il tetto e la volta della chiesa esplodendo al centro della navata maggiore prima di raggiungere il pavimento, distruggendo principalmente stucchi e dipinti, mentre le strutture murarie, seppur danneggiate, ressero l'urto della deflagrazione.

Si dovette attendere il luglio del 1946 per la realizzazione della perizia per i lavori di riparazione d'urgenza del tetto di copertura della cattedrale, redatta dal geometra Giovanni Merlino, dell'Ufficio del Genio Civile di Viterbo. Il vescovo di Viterbo, Adelchi Albanesi, l'anno successivo, comunicava

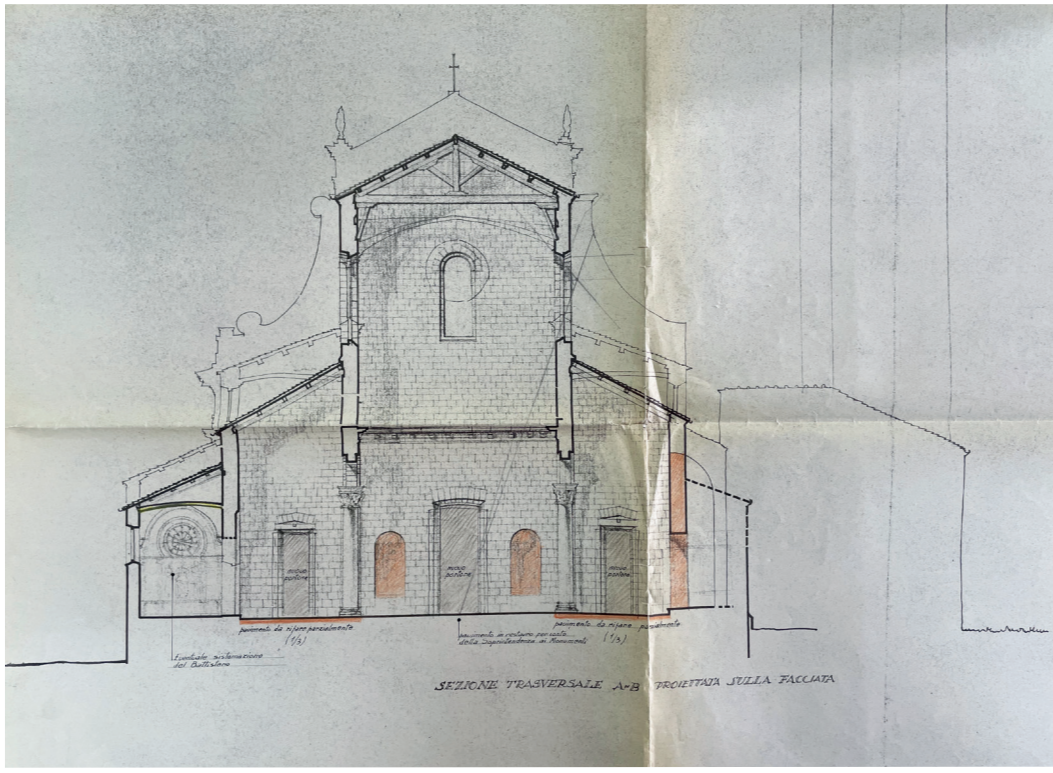


Figura 5. Sezione trasversale della cattedrale di San Lorenzo a Viterbo redatta il 3 novembre 1950 dall'architetto Benedetto Civiletti, della Soprintendenza ai Monumenti del Lazio, per il progetto di «ricostruzione della cattedrale nel '400» (Archivio di Stato di Viterbo, Fondo del Genio Civile)

all'ingegnere capo del Genio Civile di Viterbo, di avere adunato la Commissione Diocesana di Arte Sacra e il Capitolo della Cattedrale per conoscere il loro parere sui restauri da farsi nella cattedrale: «se preferivano ritornare il duomo alla forma primitiva oppure a quella che aveva ultimamente. Tutti hanno risposto di rimettere il tempio, nei lavori di riparazione, nella forma primitiva almeno nell'interno, dato che la volta centrale del duomo è crollata quasi per intero». I lavori per la riparazione del tetto vennero terminati nell'aprile del 1947 dall'impresa viterbese Pio Fiorucci fu Angelo, in base al progetto redatto dall'ingegnere Ferdinando Rossi dell'Ufficio del Genio Civile di Viterbo. Nell'ottobre dello stesso anno l'ingegnere capo del Genio Civile di Viterbo, Ugo de Bartolo, fa redigere al geometra Giovanni Merlino due perizie per i lavori di riparazione della cattedrale di Viterbo, una per il «ripristino conforme a come era verso la fine del 1400», per un importo di 10.000.000 di lire, e l'altra per il «ripristino conforme a come era prima del bombardamento», per un importo di 8.000.000 di lire. Lo stesso ingegnere Ugo de Bartolo trasmette al Vescovo di Viterbo, Adelchi Albanesi, per l'esame da parte della Commissione Pontificia, le due perizie per i lavori di riparazione della cattedrale di Viterbo che prevedono «il ripristino del tempio allo stile originario (1400) e la seconda dell'importo di L. 8.000.000, per lavori di solo riparazione, onde restaurarlo nello stato pre-bellico». Venne scelto, in accordo con la Pontificia Commissione Centrale per l'Arte Sacra in Italia e la Soprintendenza, il progetto volto a riportare il duomo alle forme il più possibile originarie. Nel biennio 1948-1950 si eseguono i lavori concordati: vengono tamponate tutte le cappelle laterali, lasciando aperte solo quelle di Santa Lucia, sulla navata sinistra, e dei martiri Valentino e Ilario,

SCHEDA DI RILEVAMENTO: Cattedrale di San Lorenzo

COD. SCHEDA: PE02
DATA: FEBBRAIO 2021

LOCALITÀ
Viterbo

DATAZIONE :

TIPOLOGIA
Blocchi bassi e lunghi

LAVORAZIONE DI FINITURA SUPERFICIALE
Subbia e nastrino perimetrale a scalpello a lama retta

MATERIALI
Peperino

CAVATURA
Locale

LEGANTE
Malta di calce e pozzolana

STATO DI CONSERVAZIONE
Mediocre

GIUNTI

Spessore giunti (mm)
Verticale: 4 - 7 - 4 - 5 - 4
Orizzontale: 7 - 6 - 6 - 8 - 7

Caratteristiche giunti :
A malta di calce e pozzolana parzialmente ristuccati a cemento

NOTE
Lunghezza solchi subbia (cm): 5,2 - 6,1 - 6,1 - 6,3 Spessore nastrino perimetrale (cm): da 1,8 a 2,0
Larghezza solchi subbia (cm): 0,7 - 0,8 - 0,7 - 0,5 Profondità nastrino perimetrale (mm): da 10 a 12

Buche pontaie:
Foro: altezza (cm) 14,2 - larghezza (cm) 12,4 - profondità (cm) 71
Nastrino perimetrale: (cm) 3,8 - 4,2
Ogni fila conta 3 buche
Prima fila di buche alta 4 filari sopra lo zoccolo; da tagliapietre; inferiori d'angolo e di fascia
Seconda fila di buche alta 3 filari sopra la precedente; da tagliapietre; superiori di fascia
Terza fila di buche alta 4 filari sopra la precedente; da tagliapietre; superiori d'angolo e di fascia
Quarta fila di buche alta 4filari sopra la precedente; da tagliapietre; superiori d'angolo
Quinta ed ultima fila di buche alta 4 filari sopra la precedente; da tagliapietre; superiori d'angolo

DIMENSIONE DEGLI ELEMENTI

	Altezza (cm)				Larghezza (cm)			
1	31,9	4	31,8	7	32,7	10		
2	36,2	5	36,4	8		11		
3	26,8	6	36,7	9		12		

	Altezza (cm)				Larghezza (cm)			
1	83,7	4	68,0	7	67,2	10		
2	78,8	5	61,8	8		11		
3	79,7	6	83,9	9		12		

FOTO : Esterno della absidiola sinistra

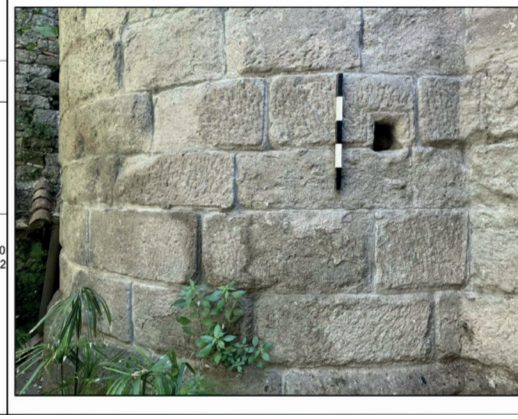


Figura 6. Una scheda delle indagini sulle tecniche costruttive murarie impiegate nella cattedrale di San Lorenzo a Viterbo, redatte nel 2021 dagli architetti Renzo Chiovelli e Vania Rocchi per conto della Soprintendenza Archeologica, Belle Arti e Paesaggio per la provincia di Viterbo e per l'Etruria Meridionale

sulla navata destra; si ricostruisce l'abside centrale; viene eliminata la volta a botte lunettata della navata centrale e rimesse in vista le capriate quattrocentesche; si eliminano anche le volte a crociera, abbassando le coperture delle navate laterali, con la conseguente demolizione delle parti alte delle loro murature esterne con le finestre che vi erano state aperte; si ricostituiscono le forme delle finestre del claristorio come erano anteriormente alle modifiche settecentesche, recuperando parti rimaste in situ delle mostre originarie; vengono altresì eliminati i contrafforti esterni alla navata centrale non essendo più necessari a contrastare la spinta della volta interna che era stata demolita e si apportano modifiche anche alla copertura del transetto, coprendone pure la parte centrale a capriate lignee.

Nel novembre 1949 iniziano i lavori di ricostruzione dell'abside nel sito originario medievale rintracciato dalle fondazioni. La muratura di paramento viene realizzata in pietra da taglio, mentre il nucleo è in muratura ordinaria legata con malta di calce e pozzolana; ma per maggiore sicurezza statica s'inserisce un cordolo di cemento armato al disotto del piano di soglia dei due passaggi al retrostante 'cappellone' e la semicalotta absidale in pietra da taglio viene rivestita all'estradosso da una cappa di protezione in calcestruzzo di cemento; inoltre, dietro la corona di testa in pietra da taglio della calotta, s'inserisce un arco di scarico in cemento armato di sezione quadrata, al di sopra del quale, dopo un tratto di muratura ordinaria, si colloca un'alta trave sempre in cemento armato.

Al termine di tutte le vicissitudini relative ai lavori per la riparazione dei danni bellici, nel 1952 la cattedrale di San Lorenzo viene finalmente restituita al culto[15]. Successivamente sono stati svolti lavori di manutenzione straordinaria, terminati nel 1956. Quindi il

soprintendente ai monumenti del Lazio, Carlo Ceschi, comunica all'Ufficio del Genio Civile di Viterbo di indagare sulla reale situazione statica del campanile della cattedrale viterbese, in base a quanto richiesto dalla Direzione Generale delle Antichità e Belle Arti del Ministero della Pubblica Istruzione. Pertanto nel 1959 viene confermata la necessità di effettuare lavori di ripristino al campanile; opere che saranno definitivamente completate nel 1986, sia per risolvere l'instabilità della sua parte alta e sia per il ripristino della cuspide piramidale soprastante.

Un recente intervento di consolidamento strutturale compiuto sulla cattedrale di San Lorenzo ha richiesto un'approfondita analisi riguardante il riconoscimento delle varie tipologie murarie che ne hanno composto il variegato mosaico architettonico nel corso dei secoli[16]. Questa indagine delle tecniche costruttive murarie ha comportato, mediante una dettagliata schedatura, il riconoscimento di tutti i paramenti murari che a partire d'Alto Medioevo fino agli interventi dei restauri del secolo scorso hanno contribuito a costituire il palinsesto di questo stratificato monumento, così come risulta dalla presente relazione.

Notes

1. Per l'opinione di Cappelletti sui vescovi di Viterbo e Toscanella, l'attuale Tuscania, in epoca altomedievale si veda Cappelletti (1847) pp. 74-75 ed in particolare p. 79 riguardo al vescovo Leone.
2. Cfr. Signorelli (1907) p. 59 e n. 32 in cui si riferisce delle opinioni di vari eruditi che si sono occupati della notizia contenuta nell'atto del 767 contenuto nel *Regestum Farfense*. Sull'argomento si veda anche Giontella (1992).
3. Sulle vicende storiche dell'area del colle su cui sorse la cattedrale si veda Del Ciuco (1999).
4. Cfr. Signorelli (1907) pp. 68-78.
5. Notizie storiche sulla cattedrale viterbese si possono reperire in vari testi che riguardano in generale la storia e i monumenti della città, a partire da quelle degli eruditi locali: Bussi (1742); Ciampi (1872); Cristofori (1886); Pinzi (1887-1913) e (1894); Signorelli (1907); Scriattoli (1915-20). A cui sono seguiti anche testi su aspetti critici seppure in un ambito generale: Battisti (1952); Apollonj-Ghetti (1959) e (1960); Raspi Serra (1972); Bentivoglio - Valtieri (1982); Parlato - Romano (1992); Carosi (1995); Barbini (2004). Non mancano testi specifici sulla storia e l'architettura della cattedrale: Carosi (1906); Pietrini (1957); Signorelli (1962); Innocenti (1964); Del Ciuco (1986); Polo (1987); Bonelli (2001); fino al recente e più completo Patalocco - Serone (2021) con il saggio di Sturm (2021). Gli aspetti scultorei dei capitelli romanici della cattedrale sono trattati dal punto di vista artistico in Watterson (1977) e (1979).
6. Sul Palazzo Papale di Viterbo si veda, tra gli altri, Radke (1996) e in particolare sulla loggia e i suoi restauri Chiovelli - Palma - Rocchi (2024).
7. Sulle sepolture dei papi a Viterbo si veda Cristofori (1887).
8. A Viterbo furono eletti i pontefici Urbano IV il 29 agosto 1261, Gregorio X il 1° settembre 1271 e, dopo che vi era morto Adriano V il 18 agosto 1276, secondo alcuni anche il cardinale Vicedomino Vicedomini il 5 settembre 1276 che però morendo il giorno successivo non risulta negli Annali, dato che la sua eventuale elezione non sarebbe mai stata ufficialmente proclamata; al suo posto venne eletto a Viterbo il 16 settembre del 1276 Giovanni XXI, che morì nella stessa città il 20 maggio successivo. Gli successe Niccolò III, eletto ancora a Viterbo il 25 novembre 1277 e alla cui morte fu eletto il 22 febbraio 1281 il francese Martino IV, ultimo dei pontefici eletti a Viterbo, avendo abbandonato la città, sulla quale scagliò l'interdetto, subito dopo la sua elezione assieme alla Curia e alla Corte pontificia. Cfr. Faperdue (2013).
9. Cfr. Frittelli (1985-86). Ipotesi circa l'ambito culturale a cui doveva appartenere l'architetto che ha progettato la facciata del duomo viterbese sono state formulate in Patalocco – Serone 2021, pp. 96-107.
10. Un'ipotesi circa l'architettura della facciata medievale della cattedrale è stata formulata in Carosi (1994). Già nel 1898 il *Dizionario ecclesiastico* di Ceccaroni aveva pubblicato un disegno prospettico ricostruttivo con la facciata della cattedrale di San Lorenzo prima delle trasformazioni cinquecentesche, eseguito da Lazzaro Pasini, ma che viene ritenuto poco attendibile.
11. Sugli interni della cattedrale di San Lorenzo, oltre ai testi generali già citati, si possono vedere Bongallino (2004) e *La cappella* ... (2014).
12. La nuova cappella dedicata ai martiri Valentino e Ilario, aggiunta sul fianco destro del duomo, è visibile in una stampa pubblicata in Bussi (1742), in cui è raffigurata la cattedrale di San Lorenzo in prospettiva.
13. Su Luca Carimini e le sue opere si vedano: Ciucci (1977); Carimini - Priori - Tabarrini (1993).
14. Sugli interventi e sul dibattito circa i restauri effettuati a Viterbo dall'Unità d'Italia fino alla Seconda Guerra Mondiale si veda Varagnoli (2001).
15. Sui restauri postbellici a Viterbo e nella Tuscia si veda Brandi (1996).
16. L'intervento di consolidamento è stato progettato e diretto dall'ingegnere Michele Candela, la preventiva analisi e schedatura delle tecniche costruttive murarie è stata condotta nel 2021 dagli architetti Renzo Chiovelli

e Vania Rocchi per conto della Soprintendenza Archeologica, Belle Arti e Paesaggio per la provincia di Viterbo e per l'Etruria Meridionale. Per le tecniche costruttive murarie impiegate nel corso del medioevo nella cattedrale di Viterbo, così come nel resto della Tuscia, si veda in generale Chiovelli (2007), per i temi specifici degli strumenti impiegati per il taglio della pietra Chiovelli (1999), per il reimpiego dei materiali lapidei Chiovelli (2008), per le tecniche impiegate nelle fondazioni Chiovelli (2012) e per le finiture superficiali delle commessure dei paramenti murari viterbesi Chiovelli - Rocchi (2022).

List of references

Apollonj-Ghetti, Bruno Maria. 1959. Antica architettura sacra della Tuscia. *Fede e arte. Rivista internazionale di arte sacra* 7: 274-317.

Apollonj-Ghetti, Bruno Maria. 1960. *Architettura della Tuscia. Rilievi e progetti di ripristino degli allievi della cattedra di restauro dei monumenti della Facoltà di Architettura di Roma*. Città del Vaticano: Tipografia Poliglotta Vaticana.

Barbini, Bruno. 2004 [2nd 2016]. *Viterbo. Città dei Papi*. Viterbo: S.ED.

Battisti, Eugenio. 1952. Architetture romaniche a Viterbo. *Studi Medievali, n.s.* 18: 152-161.

Bentivoglio, Enzo; Valtieri, Simonetta. 1982. *Guida a Viterbo*. Bari: Dedalo.

Bonelli, Massimo Giuseppe. 2001. Cattedrale di S. Lorenzo. In: *Il centro storico di Viterbo*. Viterbo: Betagamma, 17-23.

Bongallino, Cinzia. 2004. Altari barocchi a Viterbo. *Biblioteca e Società* 23: 53-62.

Brandi, Cesare. 1996. *In situ. La Tuscia 1946-79, restauri, interventi, ricordi*. Viterbo: Sette Città.

Bussi, Feliciano. 2012. *Istoria della città di Viterbo*. Bologna: Forni. [facs. orig. ed. Roma: nella Stamperia del Bernabò e Lazzarini, 1742].

Cappelletti, Giuseppe. 1847. *Le chiese d'Italia dalla loro origine sino ai nostri giorni.* Venezia: G. Antonelli. Vol. 6.

Carimini, Luca; Priori, Giancarlo; Tabarrini, Marisa. 1993. *Luca Carimini: 1830-1890*. Modena: Panini.

Carosi, Attilio. 1994. Il presunto antico disegno della facciata gotica della Chiesa di S. Lorenzo, Cattedrale di Viterbo. *Biblioteca e Società* 13: 25-26.

Carosi, Attilio (a cura di). 1995. *Le chiese di Viterbo*. Viterbo: Agnesotti.

Carosi, Cesare. 1906. *Della chiesa cattedrale sotto il titolo di S. Lorenzo M. e dell'annesso palazzo vescovile in Viterbo*. Viterbo: De Perotti Tosoni.

Chiovelli, Renzo. Strumenti per il taglio della pietra nell'edilizia medioevale della Tuscia. In: *Il Lazio tra Antichità e Medioevo. Studi in memoria di Jean Coste*, a cura di Zaccaria Mari, Maria Teresa Petrara e Maria Sperandio. Roma: Quasar, 199-213.

Chiovelli, Renzo. 2007. *Tecniche costruttive murarie medievali. La Tuscia*. Roma: «L'Erma» di Bretschneider.

Chiovelli, Renzo. 2008 (2009). Ponere in opere lapides muri ruinati. In: *Problemi mensiocronologici delle murature medievali dovuti al reimpiego dei materiali*, in *Il reimpiego in architettura. Recupero, trasformazione, uso*, a cura di Jean-François Bernard, Philippe Bernardi e Daniela Esposito, Atti del Colloquio internazionale «Chasteaus abatuz est demi refez». *Recupero, riciclo e uso del reimpiego in architettura*, Roma, 8-10 novembre 2007, a cura dell'École française de Roma, CNRS, CNRS LAMM – UMR 6372 Université de Provence, ANR programme ACEUR – CNRS IRAMAT – UMR 5060, Dipartimento di Storia dell'Architettura, Restauro e Conservazione dei Beni architettonici «La Sapienza» Università di Roma, Roma, Collection de l'École française de Rome, 418, 2008 (2009): 143-154.

Chiovelli, Renzo. 2012. Nulla di più "infondato" della credenza che gli edifici medievali non abbiano fondazioni. Osservazioni sulle fondazioni dell'architettura di base tardo medievale. *Archeologia dell'architettura* 16: 161-177.

Chiovelli, Renzo; Rocchi, Vania. 2022. *Una finitura peculiare delle murature nella Viterbo papale, in Studi superficiali. Ricerche sulle malte tradizionali e sui sistemi di finitura medievali e moderni*. (Colloquio di Studi del 13-14 luglio 2020, a cura di Daniela Esposito, Francesca Lembo Fazio, Barbara Tetti). Firenze: Nardini, 161-168.

Chiovelli, Renzo; Palma, Giulia Maria; Rocchi, Vania. 2024. An early reinforcement intervention disguised in the architectural restoration: the reinforced concrete beam of the Papal Loggia of Viterbo. In: *Atti della X Conferenza annuale della Construction History Society, Queens' College, Cambridge University, 12-13 aprile 2023*. Cambridge: CHS, 75-87.

Ciampi, Ignazio. 1872. *Cronache e statuti della città di Viterbo*. Firenze: Tipi di M. Cellini e C.

Ciucci, Giorgi. 1977. Carimini Luca. In: *Dizionario Biografico degli Italiani*. Roma: Istituto della Enciclopedia Italiana, vol. 20 (ad vocem).

Cristofori, Francesco. 1886. *Le chiese di Viterbo*. «La Rosa, strenna viterbese per l'anno 1886».

Cristofori, Francesco. 1887. *Le tombe dei papi in Viterbo e le chiese di S. Maria in Gradi, di S. Francesco e di S. Lorenzo. Memorie e documenti sulla storia medioevale viterbese*. Siena: Tip. edit. S. Bernardino.

Del Ciuco, Salvatore. 1986. *La cattedrale di Viterbo*. Viterbo: Editrice Futura.

Del Ciuco, Salvatore. 1999. *Il Colle del Duomo*. Viterbo: Primaprint.

FAI delegazione di Viterbo. 2014. *La cappella di San Giuseppe nel Duomo di Viterbo: riapertura e restauro*. Viterbo: Union printing.

Faperdue, Giovanni. 2013. *1257-1281 Viterbo Caput Mundi*. Viterbo: Agnesotti.

Frittelli, Vincenzo. 1985-86. Il cardinale Gio. Francesco Gambara e la «idea» della Villa di Bagnaia e del Duomo di Viterbo. *Biblioteca e Società* 7-8: 103-106.

Giontella, Giuseppe. 1992. La diocesi di Viterbo ha soltanto ottocento anni? *Biblioteca e Società* 3-4: 11-16.

Innocenti, P. 1964. *Piccola guida della cattedrale e del palazzo papale di Viterbo*. Viterbo.

Parlato, Enrico; Romano, Serena. 1992. *L'Italia romanica. Roma e il Lazio*. Milano: Jaca Book. (Milano - Roma, Jaca Book - Palombi, 2001).

Patalocco, Alessio; Serone, Giampaolo. 2021. *La Cattedrale di Viterbo. Rilettura di un manufatto architettonico*. Viterbo: Archeoares.

Pietrini, Francesco. 1957. *Basilica cattedrale di S. Lorenzo M. Viterbo. Monografia a ricordo del trentennale della provincia*. Viterbo: la Commerciale.

Pinzi, Cesare. 1887-1913. *Storia della città di Viterbo*, 4 vols. Roma: Tipografia della Camera dei Deputati, 1887-1913. (Facs. repr. Bologna: Forni, 1974).

Pinzi, Cesare. 1894, 1916 [2nd 1999] *I principali monumenti di Viterbo. Guida pel visitatore*, Viterbo: Monarchi, 1894; Viterbo: Agnesotti, 1916; Viterbo, Sette Città, 1999.

Polo, G. 1987. La cattedrale di Viterbo. *Lunario Romano* 16: 67-82.

Radke, Gary M. 1996. *Viterbo. Profile of a Thirteenth-Century Papal Palace*. Cambridge, New York, Melbourne; Cambridge Universtity Press.

Raspi Serra, Joselita. 1972. *La Tuscia romana. Un territorio come esperienza d'arte: Evoluzione urbanistico-architettonica*. Roma, Milano: Banco di Santo Spirito, Electa.

Scriattoli, Andrea. 1915-20. *Viterbo nei suoi monumenti*, Roma, Stabilimento F.lli Capaccini, 1915-20 (Viterbo: FAVL Edizioni Artistiche, 1988. Viterbo: Primaprint, 2012).

Signorelli, Giuseppe. 1907. *Viterbo nella storia della Chiesa*, vol. 1. Viterbo: Tip. Cionfi.

Signorelli, Mario. 1962. *Il palazzo papale e la cattedrale di S. Lorenzo*. Viterbo: Agnesotti.

Sturm, Saverio. 2021. Gli enigmi aperti della Cattedrale di Viterbo. In: Patalocco, Alessio; Serone, Giampaolo. *La Cattedrale di Viterbo. Rilettura di un manufatto architettonico*. Viterbo: Archeoares, 13-17.

Varagnoli, Claudio. 2001. La città degli eruditi. Restauri a Viterbo (1870-1945). In: *Identità e stile. Monumenti, città, restauri tra Ottocento e Novecento*, a cura di Mauro Civita, Claudio Varagnoli. Roma: Gangemi, 107-148.

Watterson, Helen Manner. 1977. *Romanesque Architectural Sculpture in Viterbo, 1180-1220*. New Haven: Yale University.

Watterson, Helen Manner. 1979. The Romanesque Dolphin Capitals in the Cathedral of Viterbo. *Itinerari* 1: 47-60.

La bóveda por esquinas: la técnica constructiva y su transmisión en la Ruta de la Seda

Minghong Chu

La bóveda por esquinas, también denominada *Trompengewolbe* (bóveda de trompas), *bóveda Balkhi*, *bóveda Khorassani*, se caracteriza por ser una construcción sin cimbra, perteneciente al grupo denominado "por hojas" o *par tranches* (Rabasa Díaz et al. 2020, 812). Dependiendo de la disposición de los ladrillos en un arco, podemos clasificar la construcción abovedada en tres grupos: a rosca, que consiste en que el plano principal del ladrillo, la cara o tabla, se dirige hacia el eje de giro; la tabicada, de modo que la tabla forma el intradós; y la que llamamos por hojas, que dispone la tabla frontalmente paralela al frente del arco (fig. 1). En este último caso, se consigue construir una bóveda sin cimbra formada por hiladas de arcos, aprovechado inicialmente la adherencia del mortero entre las tablas. Una vez terminada una hilada, la propia forma del arco comienza a estabilizar la estructura.

Origen de la técnica y su extensión hacia el Oriente

El origen de la construcción de bóvedas por hojas se remonta al antiguo Egipto y a Mesopotamia. Se conservan ejemplos de bóveda de cañón construida por hojas en la tumba n.º 3500, correspondiente a la Primera Dinastía, durante el reinado de Ka´a in Saqqara (2895 a.C. - 2890 a.C.). Se trata de una construcción de adobe con hiladas inclinadas apoyadas sobre el muro del fondo (Emery 1958, 98-102, Plate 116)(fig. 2). Por su parte, en la región de Mesopotamia, otro tipo de bóveda denominada por los arqueólogos «domical pitched vault» resulta especialmente relevante por su similitud formal con la bóveda por las esquinas (fig. 3).

La excavación británica en Tell al Rimah, situado en el noroeste de Nínive, documenta dos bóvedas relacionadas con la bóveda por esquinas, construidas hacia el 2000 a.C. La primera puede considerarse un antecedente del prototipo actual (fig. 3). Si bien se comienza a construir unas hiladas a 45 grados por las esquinas, se trata de un intento aún primitivo, ya que las cuatro esquinas presentan dimensiones diferentes y un número desigual de hiladas. Además, las trompas, de reducido tamaño, todavía no llegan a generar la costura o encuentro de las hiladas que llegan desde las dos esquinas como una típica bóveda por esquinas. La segunda corresponde a una bóveda conservada parcialmente (fig. 4). A partir del análisis de los restos de la ruina, puede deducirse que su forma ya comparte una gran similitud con las bóvedas por esquinas de épocas posteriores. Las hiladas de cada esquina avanzan hasta el encuentro entre cada dos esquinas, aunque esta costura presenta todavía una configuración muy irregular, porque las hiladas de una misma esquina pueden repetirse varias veces y la costura se produce de manera arbitraria. La forma rebajada, casi plana, constituye asimismo un rasgo distintivo de esta bóveda frente a los ejemplos posteriores.

Minghong Chu – Universidad Politécnica de Madrid

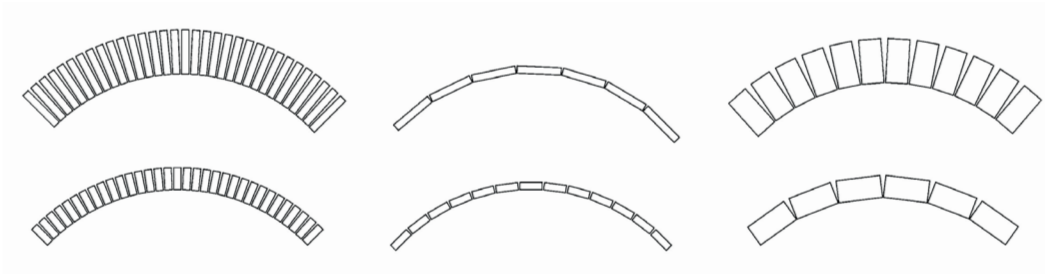


Figura 1 Posibles posiciones del ladrillo en un arco: de izquierda a derecha, a rosca, tabicado, por hojas (Rabasa 2020)

Según la secuencia cronológica de los casos documentados, puede identificarse una transmisión de la técnica «por hojas» en dos direcciones opuestas, cada una de ellas asociada a ciertas formas específicas. Hacia Occidente, desde el método revolucionario de las bóvedas de arista en Bizancio hasta sus aplicaciones en distintos focos de la península ibérica, las investigaciones históricas y las actuales demuestran un desarrollo amplio de esta técnica en Occidente, incluso su aplicación actual en México (Huerta Fernández 2009; Rabasa-Díaz et al. 2021; López Mozo et al. 2024). Sin embargo, su desarrollo hacia Oriente, en particular en lo relativo a su aparición en las tumbas chinas, constituye un tema aún por esclarecer. En Oriente, la técnica «por hojas» se asocia a un tipo específico de bóveda. En efecto, la bóveda por esquinas es una tipología sumamente idiosincrática de Asia Central (Arce 2006, 203). En un yacimiento del norte de Afganistán, se documenta una bóveda de cisterna en Diberjin Tepe, datada en el siglo I a.C. La parte correspondiente al arranque de la bóveda indica que esta sala central estaba cubierta por una bóveda por esquinas de aproximadamente 9 m de luz (Lancaster 2015, 72-73) (fig. 5). Diberjin Tepe, situado en la Ruta de la Seda, fue un centro regional del Imperio Kushán. A lo largo de esta misma ruta, otros ejemplos, como Kuh-i-Khwaja del periodo parto, el edificio del periodo sasánida en Tepe Hisar y Imarati-i-Khusraw en Qasr-i-Shirin, evidencian

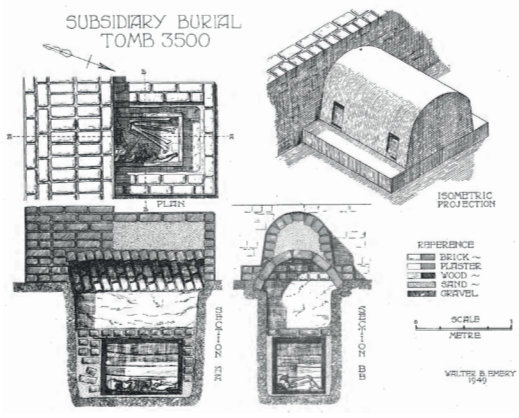


Figura 2. La tumba No.3500 de la primera dinastía (Walter B. Emery 1949)

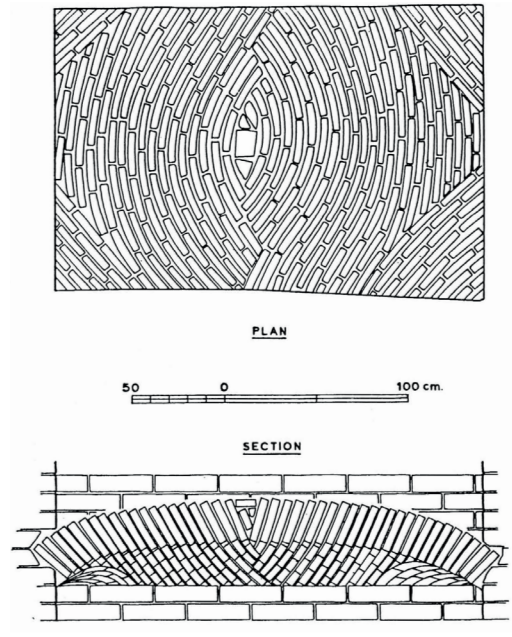


Figura 3. Tell al Rimah, antiguo templo asirio (Oates 1969, pl. V a, como se citó en Besenval 1984, pl. 115)

Figura 4. Tell al Rimah, una bóveda por esquinas incompleta (Oates 1970, Plate VI a)

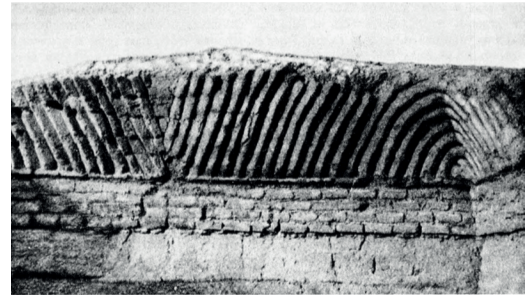


Figura 5. Fotografía del arranque de la bóveda por esquinas de la cisterna en Dilberjin Tepe (Kruglikova 1977)

Figura 6. El interior la antecámara de la tumba de Shangfang en Nanjing del período tardío de Sun Wu (220-280 d.C.)

una aplicación ampliamente extendida de esta tipología a lo largo de la Ruta de la Seda.

El intercambio entre Occidente y Oriente en esa época remota queda revelado a través de los descubrimientos arqueológicos. La transmisión de técnicas constructivas formó parte igualmente de ese intercambio. La conquista de Alejandro Magno impulsó la expansión de la influencia helenística hasta las fronteras de China. Paralelamente, esta comunicación se vio promovida desde otro extremo del continente. Las cuentas de vidrio, típicas del Mediterráneo, halladas en la tumba de Mawangdui, en Changsha, junto con otras evidencias, indican que la apertura de una Ruta de la Seda marítima se remonta al periodo de los Reinos Combatientes (403 a.C.-221 a.C.). Posteriormente, con el fin de establecer relaciones comerciales con el próspero Occidente, el emperador Han Wudi decidió romper el bloqueo impuesto por el pueblo nómada Xiongnu y abrir la Ruta de la Seda terrestre (Su 2012, 20-26). Este intercambio supuso una transformación profunda para la arquitectura china. La aparición de las bóvedas por esquinas a finales de la dinastía Han Oriental probablemente recibió influencias foráneas (fig. 6).

La evolución histórica y el descubrimiento de la bóveda por esquinas en China

Las bóvedas de fábrica en las tumbas chinas aparecieron de forma repentina a mediados de la dinastía Han Occidental. Poco después, en las construcciones funerarias subterráneas surgió un tipo nuevo: la bóveda por esquinas. Desde ese momento la bóveda por esquinas se convirtió en una tipología principal durante los tres siglos siguientes. Algunos investigadores sostienen que ya en la dinastía Han Occidental se encuentran bóvedas de cañón construidas por hojas

inclinadas y que, posteriormente, la aplicación de la misma técnica en las cuatro esquinas dio lugar a la bóveda por esquinas (Fu 2009, 39) (fig. 7). Sin embargo, esta explicación, basada en un desarrollo autóctono, resulta difícil de demostrar a partir de los casos documentados. Por una parte, la bóveda de cañón con hojas inclinadas se empleó de manera muy puntual y en zonas alejadas de los principales focos de desarrollo de la bóveda por esquinas; por otra, la falta de evidencias de un proceso evolutivo continuo hace que la hipótesis de un desarrollo propio resulte poco concluyente.

En 1952, se descubrió por primera vez una bóveda por esquinas en la tumba de Yixi, en la provincia de Jiangsu, China (Zhang 1993). En un primer momento, los arqueólogos la denominaron «bóveda apuntada de las cuatro esquinas (四角攒尖式穹窿)» y posteriormente, «bóveda de hiladas de arco por esquinas (四隅券进式穹窿)» (Xu 2011, 82). Según los informes arqueológicos, este tipo de bóveda comenzó a construirse a finales de la dinastía Han Oriental en el condado de Nanyang, territorio natal del primer emperador Liuxiu de la dinastía Han Oriental (Xu 2018, 159-60). Posteriormente, se convirtió en un tipo principal de las regiones media y baja del río Yangtsé, especialmente en tumbas de categoría alta (Chen 2007, 169). Sin embargo, a partir de mediados de la dinastía Jin Oriental (317-420 d.C.) desapareció casi por completo (Zhu 2023).

Desde el punto de vista constructivo, la bóveda por esquinas, desde su aparición en las tumbas chinas, demuestra ya una madurez sorprendente. Los avances siguientes se limitaron a adaptar la configuración espacial a las costumbres funerarias locales y a imitar la arquitectura de madera mediante elementos decorativos de fábrica, manteniendo siempre el mismo método constructivo de abovedamiento. La tumba M208 de Nanyang, muestra un conjunto de tres bóvedas por esquinas como un caso temprano de esta tipología (fig. 8). Esta compleja configuración se aproxima a un modelo palaciego de Asia Central. Con el paso del tiempo, dicha disposición se adaptó a las necesidades litúrgicas funerarias chinas y se transformó gradualmente en una forma estabilizada: a lo largo de un eje longitudinal se dispone una antecámara de planta cuadrada con bóveda por esquinas y una cámara principal de planta rectangular con bóveda de cañón o bóveda por esquinas. Además de los cambios en la configuración espacial, se incorporaron elementos decorativos que imitan la forma de las construcciones típicas de madera de la época. La introducción de elementos como las ventanas de celosía recta apareció únicamente en la fase tardía, lo que indica una adaptación progresiva a las condiciones locales (fig. 9).

Figura 7. Bóveda de cañón con hojas inclinadas de la tumba en Jiaozuo, Henan (Han et al. 2011, 60)

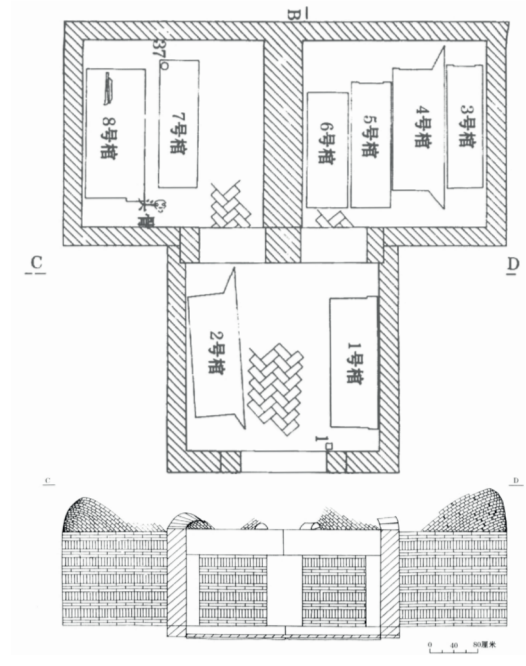


Figura 8. La configuración espacial de la tumba M208 en Nanyang, de la época Han (Nanyang Institute of Cultural Relics and Archaeology 2012)

Figura 9. Tumba M243, correspondiente a la época de la dinastía Jin Occidental (265-316 d.C.), fotografiada durante el proceso de excavación en noviembre de 2024

La metodología y flujo de estudio

En las últimas décadas, el descubrimiento y la investigación de las bóvedas de las tumbas chinas se han limitado principalmente al ámbito de la arqueología. En comparación con el estudio de los aspectos materiales de los ajuares funerarios, la propia bóveda ha quedada con frecuencia al margen del análisis. Los escasos documentos gráficos incluidos en los informes arqueológicos resultan insuficientes para comprender sus aspectos constructivos y geométricos. Ante esta situación, el acercamiento directo al patrimonio histórico conservado es fundamental para el presente estudio.

La investigación comienza con una búsqueda general de las bóvedas por esquinas conservadas. Debido al método de excavación y a la estrategia de conservación, menos del 5 % de los casos descubiertos son actualmente accesibles. Pero ha sido posible realizar la toma de datos de un total de ocho bóvedas pertenecientes a seis tumbas, localizadas en dos focos principales: Nanjing y Ma'anshan. Con el fin de generar una documentación gráfica precisa y fiable, se establece un flujo de trabajo destinado a llevar a cabo una serie de análisis geométricos y constructivos (fig. 10). En los trabajos que se están desarrollando, los modelos digitales tridimensionales se obtienen mediante fotogrametría; posteriormente, se dibuja en el espacio las líneas relevantes, como el perímetro de los ladrillos o las juntas entre hiladas, en función del espesor del mortero. Este proceso de identificación visual se realiza de forma manual, con la ayuda de fotografías de alta resolución y de las mallas trianguladas generadas a partir de los modelos, con el objetivo de aumentar la precisión de reconocimiento.

El análisis geométrico y constructivo se ha centrado en dos enfoques principales: la forma general y la disposición del ladrillo. En cuando a la forma general, se han analizado las plantas y las secciones correspondiente a los planos de corte clave con el fin de determinar su posible control geométrico, así

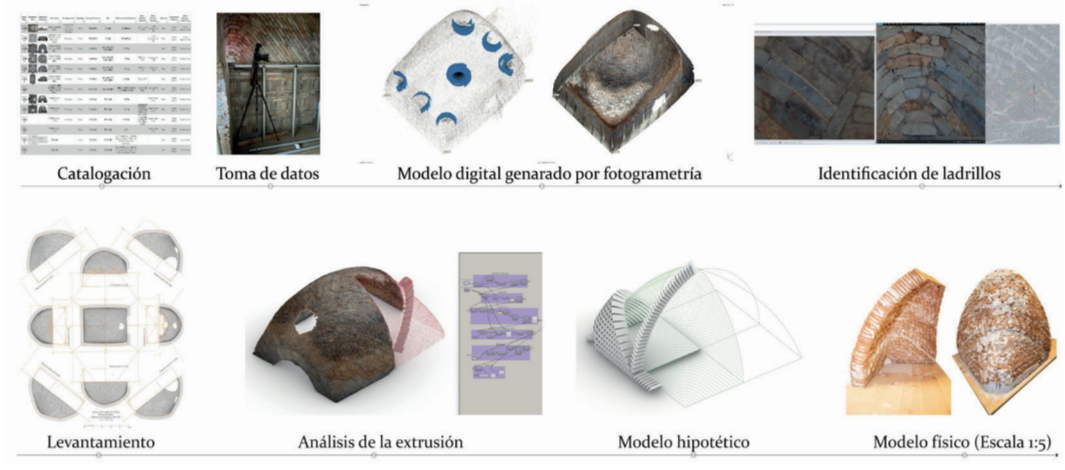


Figura 10. El flujo de estudio basando en el caso de la bóveda de Tianzi en Ma'anshan, construido en 261 d.C.

como las curvas de nivel para identificar los cambios de curvatura del intradós, especialmente en las proximidades de las costuras. Un segundo enfoque, de carácter más detallado, corresponde al análisis de la disposición del ladrillo, con el objetivo de comprender el método y el proceso constructivo. Se ha prestado especial atención a los siguientes factores, que pueden influir en la forma final de la bóveda: la posición de los ladrillos en el arranque y los ángulos en la costura; la formación de la inclinación inicial en cada esquina; y la continuidad del intradós, sin escalones, entre dos hiladas consecutivas. Asimismo, se ha analizado la forma de cada hilada de arcos y la superficie de los lechos entre ellas.

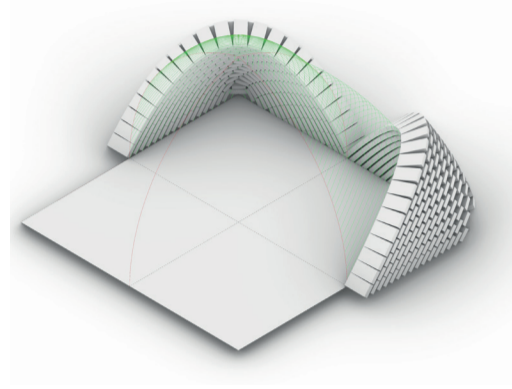


Figura 11. Modelo idealizado de la primera fase: las cuatro trompas independientes

Una forma definida por el proceso constructivo

En lugar de definir la bóveda por su forma geométrica, la forma de este tipo se debe asociar directamente con su proceso constructivo. Sobre una planta cuadrada o rectangular, se comienza a construir trompas formadas por hiladas de arcos inclinados desde las cuatro esquinas, hasta alcanzar el punto medio de cada lado. En este momento, la hilada alcanza su máxima longitud y comienza a producirse la costura entre dos esquinas colindantes (fig. 11). En una segunda fase, cada hilada se inicia desde las costuras en ambos extremos, en lugar de apoyarse en el muro perimetral como la fase anterior. De este modo, la longitud de las hiladas sucesivas se va reduciendo progresivamente hasta rematar la bóveda en la clave (fig. 12). La costura de la bóveda se encuentra a lo largo del eje longitudinal y transversal en vez de los diagonales como ocurriría en una bóveda en rincón de claustro. Además, estas costuras, con una disposición en forma de espina de pez, mantienen la continuidad de la curvatura entre dos trompas colindantes, lo que las diferencia de las aristas salientes o entrantes de las bóvedas por hojas bizantinas. De este modo, el intradós de la bóveda en la parte superior se aproxima visualmente a una superficie esférica, aunque en realidad no presenta una precisión geométrica. Por último, la continuidad y homogeneidad de la superficie no serían posibles, si cada hilada sucesiva no se apoyara sobre la anterior, evitando así la formación de escalones.

Las bóvedas por esquinas constituyen un ejemplo elocuente de la relación entre la forma arquitectónica

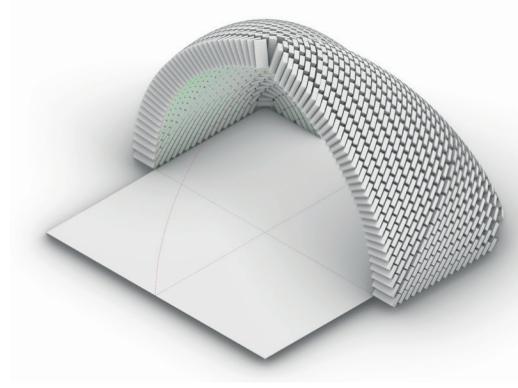


Figura 12. Modelo idealizado de la segunda fase: la formación de la costura entre dos trompas colindantes

y el proceso constructivo. Por ello, resulta difícil estudiar su forma geométrica sin tener en cuenta dicho proceso. Carece de sentido explicar su forma únicamente a partir de esquemas geométricos, sin considerar las condiciones constructivas. Otros investigadores como Lancaster (2015, 72) señalan también que la forma de la bóveda por esquinas depende en mayor medida del proceso que de principios geométricos. Del mismo modo, Wendland (2007, 2) sostiene que el desarrollo formal de la bóveda por esquinas en Persia es un resultado automático de la ejecución. Esta relación íntima entre construcción y forma geométrica orienta el proceso de análisis de los casos de estudio. Por otra parte, esta prioridad del hacer no

es exclusiva de este tipo de bóvedas. Con frecuencia el resultado de la actividad constructora no es la simple transcripción de la concepción abstracta de configuraciones geométricas y posibilidades ideales, sino el razonamiento práctico y el trabajo sobre la materia (Rabasa 2000, 5-7).

Además de los factores mencionados anteriormente, la concepción cosmológica de la filosofía china del «cielo circular y la tierra cuadrada» se refleja claramente en la configuración espacial de la arquitectura funeraria de la época. La bóveda por esquinas aporta una solución idónea para resolver la transición entre una planta cuadrada y un espacio circular. A lo largo de la historia, han surgido distintas soluciones en diversas civilizaciones para abordar este problema, como las trompas de la Persia Sasánida, las pechinas de Bizancio o las plantas octogonales, lo que pone de manifiesto la variedad de posibilidades existentes. En este contexto, la solución adoptada en las tumbas chinas presenta una notable similitud con las trompas persas, tanto desde el punto de vista formal como técnico.

La forma canónica y la variante

Basándose en la secuencia cronológica y el contexto histórico de los intercambios culturales, múltiples evidencias apuntan a una posible transmisión de los conocimientos relativo a la bóveda por esquinas desde fuera de China. Las bóvedas en las tumbas chinas presentan una notable similitud con los ejemplos localizados a lo largo de la Ruta de la Seda, tanto en términos técnicos como formales. Entre estos territorios destaca la Persia sasánida, que mantuvo una comunicación extensa y continua con China desde el siglo III hasta su caída en el siglo VII, cuando Peroz III, hijo del último rey sasánida, buscó refugio en China.

En Persia, Choisy describe la bóveda cónica o trompa construida sin cimbra, entendida como una aplicación de la misma técnica por hojas usada en Asiria para bóveda de sección variable (fig. 13a). Choisy se limita a explicar la trompa como elemento individual, sin llegar a mencionar la bóveda por esquinas; sin embargo, establece de inmediato una relación con la cúpula sobre trompas, solución característica persa para resolver la transición entre una planta cuadrada a una octogonal (Choisy [1899] 2023, 73-74). Rosintal profundiza y detalla el aparejo de la bóveda de trompas, especificando la vista en planta y el ángulo que forman las hiladas con el muro perimetral (fig. 13b). Posteriormente, Reuther presenta una figura esquemática de una bóveda por esquinas construidas en la región de Khurasan, derivada de la bóveda de trompas (fig. 13c). En esta serie de representaciones se sigue una misma hipótesis, según la cual las hiladas de arcos de cada esquina se disponen de forma vertical respecto al plano base, en lugar de inclinarse y apoyarse sobre la hilada anterior. Sin embargo, en las bóvedas por esquinas de las tumbas chinas, las hiladas de las bóvedas son siempre inclinadas respecto al plano base; en otros ejemplos de Asia Central se observa una mayor variedad de soluciones. La inclinación de la hilada influye en la forma general de la bóveda, pero no desvincula esta relación formal y técnica entre ellos.

Una bóveda por esquinas se forma inicialmente a partir de cuatro trompas, con frecuencia cubriendo una planta cuadrada o rectangular. No obstante, a partir de la base definida por estas cuatro trompas, el desarrollo puede orientarse hacia otra solución: la cúpula sobre trompas, como en el caso de Firuzabad (fig. 13d). Reuther señala que la bóveda por esquinas puede considerarse un antecedente de la cúpula sobre trompas y que resulta, además, equívoco vincular este sistema con la tradición romano-helenística (Reuther 1938, 501). Durante siglos, este sistema estuvo confinado en Persia y los países colindantes, pasando a la zona centroasiática, junto con la bóveda de cañón construida sin cimbra. Prueba de ello son los monumentos maniqueos y budistas construidos con adobe de la ciudad abandonada de Khocho en el límite norte de la cuenca del Tarim, en las que aparecen ambos elementos (Arce 2000, 42). Khocho, conocido hoy como Gaochang, se localiza en la provincia de Xinjiang de China. La cúpula sobre trompas situada en la parte I del templo β demuestra esa influencia persa que ha dejado a la arquitectura china (fig. 14).

A pesar de la diferencia cronológica entre las bóvedas por esquinas en las tumbas chinas (S.III-V) y la cúpula sobre trompas de Gaochang (en torno al S.IX), ambos tipos de bóveda demuestra una influencia a la arquitectura china desde fuera. El caso de Gaochang indica una implantación directa a través de la arquitectura religiosa desde fuera, mientras las bóvedas por esquinas de las tumbas chinas constitu-

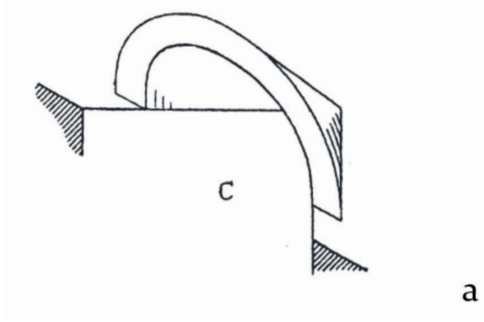


Figura 13a. Bóveda cónica realizada sin cimbra (Choisy [1899] 2023, 73)

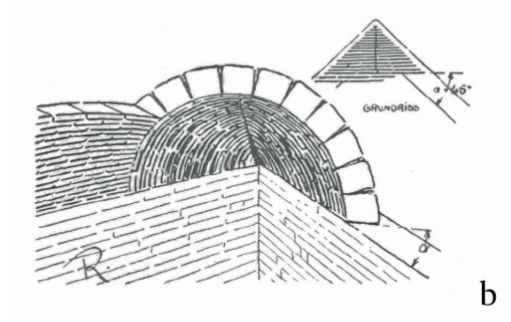


Figura 13b. Bóveda de trompa en Firuzabad (Rosintal, 1912, como se citó en Diez 1917)

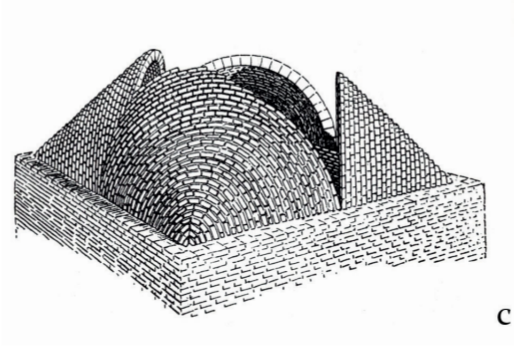


Figura 13c. Método de construir una bóveda por esquinas de Persia (Reuther 1938, 501)

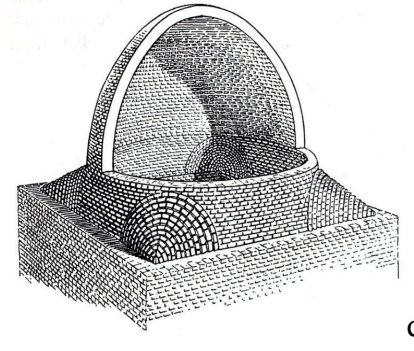


Figura 13d. Cúpula sobre trompas derivada de la bóveda por esquinas (Reuther 1938, 502)

yen un fenómeno más complejo que una simple trasferencia técnica constructiva, resultado de un proceso de interpretación y adaptación a las necesidades específicas del contexto chino.

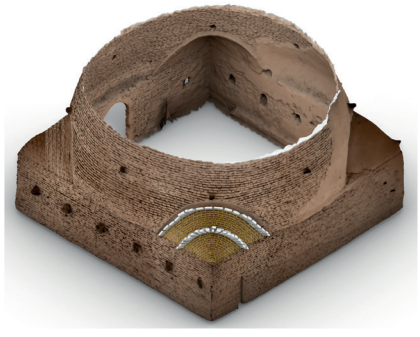


Figura 14. Modelo generado por fotogrametría de la cúpula sobre trompas en Gaochang de la provincia de Xingjiang, China

Aspectos materiales de una construcción reservada al espacio subterráneo

Los aspectos materiales están estrechamente asociados al sistema constructivo y a su forma, y reflejan asimismo el pensamiento subyacente a la apariencia arquitectónica. El clásico chino *Yijing* relaciona la madera con la primavera, como símbolo de vida, mientras que asocia la piedra con el otoño y el invierno, representativos de la muerte. La noción de eternidad en la cultura china se concibe a través de un cambio cíclico y constante, más que como una permanencia inmutable. De este modo, la madera, pese a su durabilidad limitada, domina la mayoría de los tipos arquitectónicos, con excepción de las construcciones funerarias, donde la condición subterránea exige otra forma de eternidad. Probablemente por esta razón, en China las bóvedas por esquinas de ladrillo se encuentran exclusivamente en espacios sub-

terráneos. En cambio, en otros países a lo largo de la Ruta de la Seda, este sistema se aplica principalmente en construcciones sobre rasante. En cuanto a los tipos arquitectónicos, fuera de China estos ejemplos aparecen asociados a usos muy diversos, incluidos edificios religiosos —como templos zoroastrianos o budistas—, mezquitas, palacios, viviendas populares y cisternas, entre otros.

El ladrillo cocido de color gris

En cuanto al material de construcción, aunque en Persia sasánida también se empleó el ladrillo cocido o mampuestos tallados hasta alcanzar el espesor del ladrillo, el material predominante en Asia Central y Persia fue el adobe (Choisy [1899] 2023, 73). En cambio, en China —con la excepción de algunos casos en la provincia de Xinjiang— las bóvedas subterráneas se construyen de manera sistemática con ladrillo cocido de color gris, un material característico del contexto chino. Este tipo de ladrillo presenta una mayor durabilidad y resistencia frente a la humedad, una cualidad especialmente relevante en las regiones próximas al río Yangtsé, donde el nivel freático es relativamente alto. El ladrillo de color gris, mediante un proceso de cocción reductora, es el resultado de la formación de óxidos de hierro como Fe_3O_4 y FeO, en lugar de Fe_2O_3, responsable de la coloración rojiza.

En cuanto al tamaño de los ladrillos, debido a las características de la construcción por hojas, la ejecución sin cimbra requiere materiales de escaso espesor. En China, la proporción de los ladrillos empleados en las bóvedas por esquinas suele ser de 8:4:1. Por ejemplo, la tumba de Shangfang presenta tres tipos de ladrillos destinados a la bóveda: de forma de cuña, de forma de cuchillo y de forma rectangular (35-36cm de largo; 17,3-18cm de ancho; 4,4-5cm de espesor) (Wang et al. 2008, 9). Esta proporción de reducido espesor difiere notablemente de la de Asia Central, donde los adobes suele presentar una proporción de 4:2:1 (50,8cm de largo; 25,4 de ancho; 12,4 de espesor), que coincide con la de otros ladrillos empleados en China desde la dinastía Han

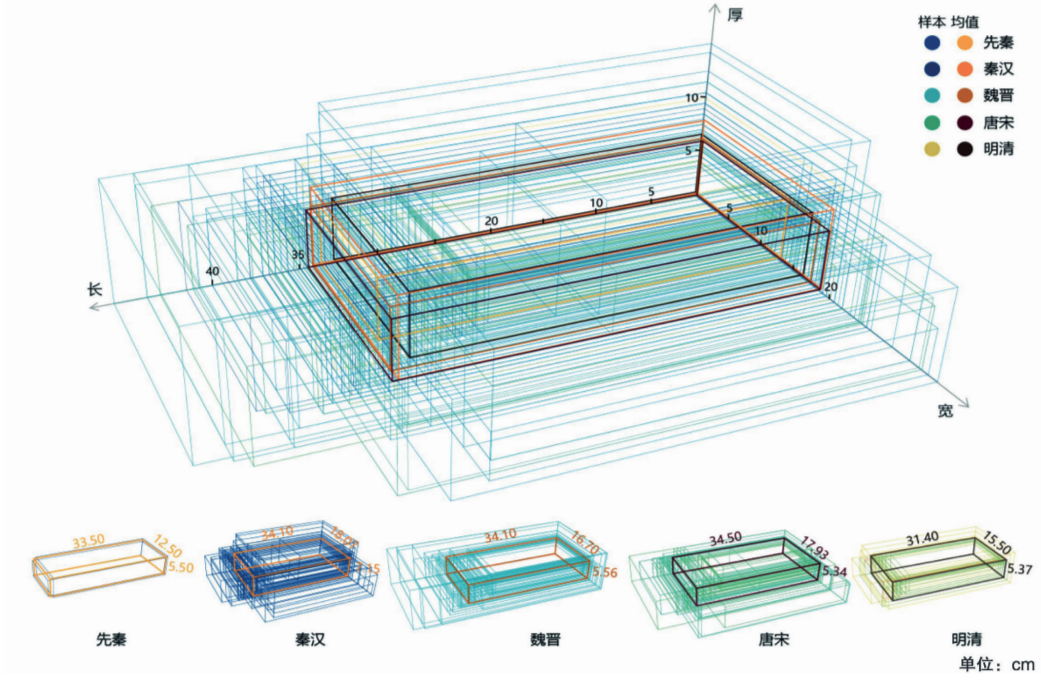


Figura 15. Dimensión de los ladrillos de cada época en China (1. antes de la dinastía Qin 2. Las dinastías Qin y Han 3. Las épocas de Wei y Jin 3. Las dinastías Tang y Song 4. Las dinastías Ming y Qing) (Wang y Zhang 2022)

(Chang 1992, 109). El diagrama siguiente muestra la evolución cronológica de las dimensiones del ladrillo usado en China, donde la proporción 4:2:1 se mantiene de forma constante a lo largo del tiempo (Fig. 15). La reducción del espesor puede interpretarse como una estrategia para facilitar la adherencia en la construcción por hojas, mientras que las formas especiales, como dovelas o cuñas ayudan a la generación de la forma y a la estabilización de la estructura sin recurrir a un uso excesivo de mortero o cuña en las juntas. En cuando a las piezas con forma de cuchillo, estas responden a correcciones puntuales en determinadas hiladas.

El mortero

A diferencia del mortero de barro usado en Egipto o del mortero de cal empleado en Bizancio, el mortero utilizado en las bóvedas chinas es un material propio del lugar. Conocido como *Sanhetu* (三合土), significa literalmente «tierra mezclada de tres componentes»: cal, arcilla amarilla y arena. Cabe señalar que este tipo de mortero se emplea con frecuente en la construcción de cimentaciones, basamentos o tumbas, debido a su excelente comportamiento frente a la humedad y la corrosión. Adicionalmente, para mejorar sus prestaciones, en ocasiones se añade lechada de arroz glutinoso y fibras de refuerzo como pajas o algodón (Dai et al. 2021). Aunque existe una gran variedad de mortero basados en estos tres componentes, los textos históricos y la práctica constructiva actual permiten establecer una proporción aproximada de 1: 1: 3 entre cal, arena y arcilla amarilla.

Además del tipo y de la consistencia del mortero, otra característica que distingue a la bóveda china frente a otros ejemplos es el espesor del mortero. Desde el intradós de la bóveda, resulta casi imposible observar la presencia del mortero. Hay varias causas. En primer lugar, en China la categoría de una construcción de fábrica se asocia al aparejo y al tratamiento del ladrillo antes de su colocación. La técnica conocida como *junta fina de ladrillos pulidos* comenzó a aplicarse en edificaciones de relevancia desde la dinastía Han, evitando la presencia del mortero con un acabado completamente liso y pulido del ladrillo (Institute for the History of Natural Science 2016, 278-80). Aparte de esta técnica, la propia forma geométrica requiere un menor espesor de mortero en el intradós que el extradós. Por último, la construcción subterránea en regiones con un nivel freático elevado exige soluciones lo más hermética posibles.

Conclusión

La bóveda por esquinas en las construcciones funerarias chinas constituye una aplicación significativa de la técnica por hojas durante el periodo de las Seis Dinastías. El estudio documental, junto con el análisis de los casos conservados en China, apunta a la existencia de una línea de transmisión a través de la Ruta de la Seda. A pesar de la notable similitud formal y técnica con los casos documentados en Persia y Asia Central, el caso chino manifiesta un desarrollo propio y rasgos particulares. Más que una simple implantación de un arquetipo desde fuera puede identificarse un proceso de adaptación local que afecta a la configuración espacial, al empleo de materiales y a la integración de elementos decorativos derivados de la construcción de madera. En este contexto, el ahorro de cimbra desempeña un papel segundario en un territorio con abundancia de madera. La técnica *por hojas* ofrece una solución eficaz y duradera para la construcción subterránea, mientras que la forma *por esquinas* representa la concepción cosmológica china a través de la transición entre una planta cuadrada a un espacio circular. El uso de ladrillo gris cocido junto con el mortero del lugar da lugar a una construcción subterránea eterna.

El análisis geométrica y formal revela una estrecha relación entre el proceso constructivo y la forma de la bóveda. Se trata de una construcción que depende a gran medida del maestro albañil, sin necesidad de definir previamente una gran cantidad de datos. La inclinación inicial de los ladrillos en el arranque, su disposición en las costuras y el control visual de la continuidad del intradós son factores decisivos para conseguir una forma redondeada, aunque este cosmos simbólico no exige una precisión geométrica como la entendemos hoy en día. A pesar de que la forma geométrica varía de caso a caso, el mecanismo de la generación formal permanece constante, lo que indica la aplicación de un mismo procedimiento constructivo en distintos lugares.

Las bóvedas por esquinas tuvieron un desarrollo relativamente efímero en la historia de la construcción china. Sin embargo, gracias a los avances ar-

queológicos de las últimas décadas, ha sido posible sacer a la luz este aspecto poco conocido de una época remota. La técnica por hojas, por su parte, ha mantenido su presencia a lo largo de la Ruta de la Seda durante siglos, prolongándose incluso hasta la actualidad.

Notas

1. Las bóvedas por esquinas son denominadas por Lancaster en inglés *squnich vault* (2015, 70). En distintas áreas geográficas, este tipo de bóveda recibe denominaciones diversas, como «Balkhi», derivada de la ciudad Balkh en el norte de Afganistán (Herrmann 1999, 57), o «Khorassani», debido a su uso frecuente en el noreste de Irán (Arce 2006, 203).
2. El caso de Kuh-i-Khwaja, datado en el siglo I d.C., fue descubierto por Ernest Herzfeld durante las expediciones realizadas en 1925 y 1929. Por su parte, Tepe Hisar, yacimiento arqueológico excavado por Erich Friedrich, documenta un conjunto de edificios del periodo sasánida en los que se construyeron bóvedas por esquinas de adobe.
3. Otros tipos principales en las tumbas chinas son la bóveda de cañón, la bóveda en rincón de claustro, la bóveda baída y las bóvedas por vuelos sucesivos. No obstante, la clasificación basada en la forma geométrica resulta poca precisa en algunos casos, ya que estas construcciones no suelen presentar una precisión geométrica. Además, en los ejemplos tempranos existe una escasa diferencia entre la bóveda en rincón de claustro y la bóveda bahía. En las primeras, las aristas diagonales se destacan ligeramente, lo que pone de manifiesto una técnica constructiva similar a la de las bóvedas bizantinas por hojas descritas por Auguste Choisy.

Lista de referencias

Arce, Ignacio. 2000. «Un Tipo Inédito de Trompas En La Arquitectura Omeya». *Actas Del Tercer Congreso Nacional de Historia de La Construcción: Sevilla. 26 a 28 de Octubre de 2000, Vol. 1*, 37-48, Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Arce, Ignacio. 2006. «Umayyad arches vaults & domes: Merging and re-creation contributions to early Islamic construction history». *2nd International Congress on Construction History*, 195-220, Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Besenval, Roland. 1984. *Technologie de la voûte dans l'Orient ancien*. París: Éditions Recherche sur les Civilisations.

Chang, Qing 常青. 1992. 西域文明与华夏建筑的变迁 *[The Civilization of the Central Asia and the Evolution of Chinese Architecture]*. Changsha: Hunan Education Press.

Chen, Jing 陈菁. 2007. «汉唐时期河西走廊若干建筑类型研究 [A Study of Several Architectural Types in the Hexi Corridor from the Han to the Tang Dynasties]».

Choisy, Auguste. (1899) 2023. *Historia de la arquitectura*. Editado por Santiago Huerta. Traducido por Elena Pliego. Vol. 1. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Dai, Shibing, Zhanyong Hu, y Xiao Li 戴仕炳, 胡战勇, 李晓. 2021. 灰作六艺: 传统建筑石灰知识与技术体系 [*Six scientific aspects of building lime technique for conservation of cultural heritage]*. 1st ed. 同济大学出版社 [Shanghai: Tongji University Press].

Diez, Ernst. 1917. *Die Kunst der islamischen Völker*. With Getty Research Institute. Berlin-Neubabelsberg : Akademische Verlagsgesellschaft Athenaion. http://archive.org/details/diekunstderislam00diez_0.

Emery, Walter Bryan. 1958. *Excavations at Saqqara Great Tombs of the First Dynasty III*. Londres: Egypt Exploration Society.

Fu, Xinian 傅熹年, ed. 2009. 中国古代建筑史 / 第二卷, 三国,两晋,南北朝,隋唐,五代建筑 *[History of Ancient Chinese Architecture / Volume 2: Architecture of the Three Kingdoms, Jin, Northern and Southern Dynasties, Sui, Tang, and Five Dynasties]*. Second Edition. 中国建筑工业出版社 [Pekín: China Architecture & Building Press].

Han, Changsong, Chunyan Feng, Xiaolong Li, Yong Liu, Luoping Si, y Wengguang 韩长松 Cheng 冯春艳, 李小龙, 刘勇, 司洛平, 成文光. 2011. «河南焦作山阳北路西晋墓发掘简报 [A Brief Excavation Report on a Western Jin Tomb at Shanyang North Road, Jiaozuo, Henan]». 文物 *[Cultural Relics]*, n.º 9: 58-66.

Herrmann, Georgina. 1999. *Monuments of Merv: Traditional Buildings of the Karakum*. London: The Society of Antiquaries of London.

Huerta Fernández, Santiago. 2009. «The geometry and construction of Byzantine vaults: the fundamental contribution of Auguste Choisy». En *Auguste Choisy (1841-1909): L'architecture et l'art de bâtir*, editado por Francisco Javier Girón Sierra y Santiago Huerta Fernández, vol. 1. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Institute for the History of Natural Science, Chinese Academy of Science [中国科学院自然科学史研究所], ed. 2016. 中国古代建筑技术史 *[History of Architectural Techniques in Ancient China]*. Second Edition. Vol. 1. Pekín: China Architecture & Building Press.

Lancaster, Lynne C. 2015. *Innovative Vaulting in the Architecture of the Roman Empire: 1st to 4th Centuries CE*. Cambridge: Cambridge University Press.

López Mozo, Ana, José Calvo López, Miguel Ángel Rodríguez Chamorro, Licinia Aliberti, y Ana González Uriel.

2024. «Tipos de bóvedas de ladrillo por hojas en la cuenca mediterránea». *Actas del Décimo Tercer Congreso Nacional y Quinto Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción. Santo Domingo, 20 - 23 marzo 2024*, 369-80. Madrid/Santo Domingo: Instituto Juan de Herrera.

Nanyang Institute of Cultural Relics and Archaeology. 2012. «南阳市防爆厂M208汉墓发掘简报 [Excavation Brief of Han Tomb M208 at the Explosion-Proof Factory in Nanyang]». 中原文物 *[Cultural Relics of Central China]*, n.º 3: 4-8, 37.

Oates, David. 1970. «The Excavations at Tell al Rimah, 1968». *Iraq* 32 (1): 1-26. https://doi.org/10.2307/4199887.

Rabasa Díaz, Enrique. 2000. *Forma y construcción en piedra: de la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Madrid: Akal.

Rabasa Díaz, Enrique, Ana López-Mozo, y Miguel Ángel Alonso-Rodríguez. 2020. «Brick Vaults by Slices in Choisy and Paredes». *Nexus Network Journal* 22 (4): 811-30.

Rabasa-Díaz, E., A. González-Uriel, I.-J. Gil-Crespo, y A. Sanjurjo Álvarez. 2021. «Geographic and Chronological Extent of Brick Vaults by Slices». En *History of Construction Cultures*, João Mascarenhas-Mateus, Ana Paula Pires, Manuel Marques Caiado, y Ivo Veiga. Londres: CRC Press.

Reuther, Oscar. 1938. «Sasanian Architecture. A History». En *A Survey of Persian Art: from prehistoric times to the present*, 2.ª ed., editado por Arthur Upham Pope y Phyllis Ackerman, vol. 2. Persian Art; Londres: Oxford University Press; Meiji Shobo.

Su, Bai 宿白. 2012. 考古发现与中西文化交流 *[Archaeological Discoveries and Sino-Western Cultural Exchange]*. 文物出版社 [Pekín: Cultural Relics Publishing House].

Wang, Qiang, y Xiaohan Zhang 王强 张小涵. 2022. «中国传统建筑营造技术中的砖瓦设计研究 [A Study of Brick and Tile Design in Traditional Chinese Building Techniques]». 工业工程设计 *[Industrial Design Engineering]* 4 (5).

Wang, Zhigao, Tao Ma, Juping Gong, y Zhou Weilin 王志高 马涛 龚巨平 周维林. 2008. «南京江宁上坊孙吴墓发掘简报 [Brief Report on the Excavation of the Sun Wu Tomb in Shangfang, Jiangning, Nanjing]». 文物 [*Cultural Relics*], n.º 12.

Wendland, David. 2007. *The Vaults in «Sistani's House» in Bam Citadel (Iran): Construction Principles, Shape Geometry and Design for Reconstruction*.

Xu, Yongli 徐永利. 2011. «试论中国古代四隅券进式墓葬穹窿的分布与源流 [A Preliminary Study on the Distribution and Origins of the quadripartite arched domes in Ancient Chinese Tombs]». 9.

Xu, Yongli 徐永利. 2018. 中国古代墓葬四隅券进式穹窿机制与源流研究 *[A study about the mechanism and genesis of quadripartite arched domes in ancient Chinese tombs]*. 东南大学出版社 [Nankín: Southeast University Press].

Zhang, Zhuoyuan 张卓远. 1993. «南阳市第二化工厂21号画像石墓发掘简报 [A Brief Report on the Excavation of the Pictorial Stone Tomb No. 21 at the Second Chemical Plant of Nanyang City]». 中原文物 [*Cultural Relics of Central China*], n.º 1.

Zhu, Yi 朱祎. 2023. «也谈汉晋墓葬中的四隅券进式穹窿顶 [A Discussion on the Squnich Vaults in Han and Jin Dynasty Tombs]». 形象史学 [*Image-based Historiography*], n.º 4.

Diseño de estructuras neogóticas en México: Entre la manufactura y la fe

Carla Adriana Contreras Lara

La arquitectura religiosa ha sido, a lo largo de la historia, un espejo de la relación humana con lo divino, materializando aspiraciones teológicas e idiosincrasias culturales, el objeto arquitectónico se erige como respuesta funcional a la práctica religiosa y, simultáneamente, se convierte en el símbolo palpable del espacio sacro. Dentro de los estilos historicistas que han dominado esta tipología, el gótico se destaca por su magnificencia, su verticalidad y su complejo simbolismo, concebido como una metáfora material del vínculo divino en el plano terrenal, este estilo, producto de un elaborado discurso teórico y teológico, fue llevado a la práctica constructiva mediante un lenguaje formal que expresa, implícita o explícitamente, este diálogo trascendente.

Con el resurgimiento del interés por la estética medievalista en el siglo XIX, el neogótico se estableció como uno de los historicismos más influyentes en el mundo occidental, sin embargo, la llegada de este estilo a América planteó interrogantes fundamentales sobre su integración: ¿Cómo se expresa este vínculo entre el diseño foráneo y la manufactura local en las estructuras del Nuevo Continente? ¿Cómo se integra una ideología medievalista en el contexto social, técnico y económico del México decimonónico?

La presente investigación se enfoca en el desarrollo de la arquitectura neogótica religiosa en la región del Bajío mexicano durante la segunda mitad del siglo XIX y principios del XX, este periodo y región ofrecen un campo de estudio privilegiado, pues la producción arquitectónica se cruza con el pensamiento y la manufactura mexicana de la época, impulsada por la innovación en los materiales, como el uso incipiente de acero, concreto y mampostería prefabricada (tabique) y el entendimiento adaptado de los sistemas constructivos góticos, como el arco ojival y el sistema de contrafuertes y arbotantes. El Bajío ubicado en la zona centro del extenso territorio de México, incluye zonas de los estados de Guanajuato, Jalisco, Querétaro, Aguascalientes, San Luis Potosí y Zacatecas fue el núcleo de gran actividad constructiva religiosa neogótica, donde ejemplos como la Basílica de Nuestra Señora de Guadalupe en Degollado, Jalisco, o el Templo Expiatorio del Sagrado Corazón de Jesús en León, Guanajuato (aunque completado ya en el siglo XX), demuestran esta adaptación y florecimiento.

La materialización de la fe gótica en el Bajío mexicano

El *neogótico* se distingue del *gótico* medieval al responder a condicionantes específicas de su época, como factores temporales, tecnológicos y geográficos diferentes a los de su predecesor, este surgió como parte de los estilos historicistas o *revivals* del siglo XIX, motivados por la necesidad social de una transformación de idiosincrasia social y la búsqueda

Carla Adriana Contreras Lara – Facultad de Estudios Superiores Acatlán. UNAM

de una estabilidad perdida, recurriendo a lenguajes arquitectónicos del pasado.

De acuerdo con Checa-Artasu (2017) la llegada del estilo al continente americano se dio a través de tres vías principales, facilitadas por las relaciones comerciales, culturales y formativas con Europa:

1. Vía académica y cultural: En la cual se promovió la adquisición de material didáctico europeo (láminas, libros, fotografías), principalmente en francés, destinado a las academias de artes, donde se incorporaron profesores extranjeros en la docencia para la ampliación del conocimiento técnico y artístico.
2. Vía técnico-arquitectónica: Se estableció un vínculo fundamental entre los arquitectos, quienes leyeron los tratados de figuras como Viollet-Le-Duc, Lassus, Ruskin y Pugin, estos pasaron el conocimiento de formas distintas a los maestros de obra locales, quienes asimilaron y ejecutaron los proyectos, a menudo incorporando su propia interpretación del estilo.
3. Vía de migración profesional: La migración de profesionales de la construcción de origen extranjero facilitó la transmisión del conocimiento arquitectónico para el diseño y ejecución de inmuebles en el todo el territorio, estos facilitaron la comprensión de los fundamentos básicos de diseño, así como los conceptos técnicos de las nuevas innovaciones tecnológicas.

La adopción del Neogótico en el Bajío del siglo XIX tiene sus raíces en la arquitectura religiosa fundacional de la Nueva España, derivado del estilo gótico, en su vertiente tardogótica hispana, en la cual ya había dejado una marca profunda, especialmente en los conjuntos conventuales mendicantes del siglo XVI en complejos, como los templos conventuales de Acolman (Agustino) (figura 1) en el Estado de México y Huejotzingo (Franciscano) en Puebla, representando ejemplos elocuentes de la primera transmisión y apropiación de formas arquitectónicas europeas por constructores locales.

El neogótico en México, tuvo su mayor impulso productivo entre 1875 y 1890, no fue solo una moda estética traía de Europa; en gran medida, estuvo asociado a una estrategia de reposicionamiento de la Iglesia Católica frente a los gobiernos liberales y las Leyes de Reforma, este representó una búsqueda de

Figura 1. Cúpula nervada de presbiterio del Templo de San Agustín de Hipona en Acolman, Estado de México. (Contreras Lara, Carla. 2022)

identidad y una reafirmación de los valores religiosos, utilizando la solemnidad y monumentalidad gótica como un símbolo de trascendencia y poder inalterable. Derivado de esta búsqueda la arquitectura neogótica arribó al Bajío fundamentada en el pensamiento filosófico medievalista de la escolástica, el cual buscaba relacionar e integrar la razón y la fe para sistematizar la concepción cristiana, esta filosofía se transfería al objeto arquitectónico a través de la experiencia empírica y contemplativa del espacio utilizando la verticalidad y la luz para evocar el vínculo divino y al mismo tiempo adaptado los elementos arquitectónicos del gótico a las nuevas limitaciones de ubicación, temporalidad, tecnología y mano de obra, esto permitió la combinación de materiales y características estructurales y estéticas para revolucionar los procesos de manufactura para la producción arquitectónica.

La carga simbólica del gótico —sus altas naves que aspiran al cielo, la luz filtrada por vitrales que narra historias sagradas, y la complejidad estructural— resonó profundamente con la necesidad de la Iglesia de proyectar un mensaje de fe sólida y eterna, sin embargo, la clave de la arquitectura neogótica en el Bajío radica en la adaptación pragmática y la manufactura de la mano mexicana, a diferencia de los modelos europeos, que contaban con tradiciones gremiales y técni-

Figura 2. Fachada principal del Santuario de Nuestra Señora de Guadalupe “Calvillo” en Aguascalientes, Aguascalientes. (“Rock The Traveller”. 2020)

cas de cantería ininterrumpidas, los templos neogóticos en México fueron levantados por arquitectos, ingenieros y maestros de obra locales, de los cuales, algunos a menudo carecían de formación académica formal en el estilo, pero poseían un profundo conocimiento de los materiales y técnicas de construcción, donde la transmisión del conocimiento fue a través de la intervención de maestros canteros españoles (como Claudio de Arciniega en Acolman) y la participación de especialistas indígenas para la construcción local. Este modelo de transferencia de conocimientos de ultramar hacia el territorio americano y su adaptación local sentó un precedente fundamental para los maestros de obra del siglo XIX en el Bajío.

El desafío de construir las altas naves, bóvedas de crucería y pináculos fue resuelto mediante la fusión de materiales, donde la cantera fue crucial y siguió siendo el material principal para el recubrimiento y los elementos para fachadas y ornamentación (florones, gabletes), aprovechando su abundancia en la región, sin embargo, para el siglo XIX, los arquitectos y maestros de obra locales resolvieron el desafíos técnicos y su compleja ingeniería de las altas naves góticas mediante la fusión de materiales,

en la estructura interna, se recurrió a sistemas más ligeros y económicos como sistemas mixtos de tabique y elementos pétreos, que dependiendo del lugar donde se colocaran podrían ser o no desperdicios, asentados con argamasas (cal – arena) para elementos sustentantes como muros y bóvedas, donde para la plementería de las bóvedas podrían ser construidas con cortes estereotómicos para sillares o en otros casos tabiques dispuestos en despiece de doble arista y en su intradós cubierto con pintura mural simulando sillares; esta práctica de usar el tabique o ladrillo y luego estucarlo o pintarlo para simular el elemento pétreo como sillar, es un ejemplo temprano de cómo la manufactura local priorizaba la solución constructiva (más ligera y rápida) sin sacrificar la estética formal deseada, también en algunos casos se integraron elementos de hierro forjado como refuerzos o en las tracerías. Esta mezcla demostró el ingenio local para lograr la monumentalidad gótica sin la costosa y lenta talla masiva de piedra requerida por el gótico original, mostrando una amplia gama de expresión, desde la pura emulación hasta la hibridación en la producción neogótica en esta zona, la mezcla de materiales tradicionales y modernos permitió alcanzar la monumentalidad deseada sin los costos y complejidades de la construcción gótica original.

Figura 3. Parroquia de San Miguel Arcángel, San Miguel de Allende, Guanajuato, Guanajuato. (Contreras Lara, Carlos. 2017)

La adaptación de los diferentes sistemas constructivos donde las incorporaciones de estilo góticas en alzados virreinales se convirtieron en otro desafío técnico, trasladar las fuerzas de empuje laterales de las bóvedas y arbotantes a los contrafuertes y a la estructura previa. La interpretación de estos sistemas a menudo se simplificó, mientras que las grandes dimensiones buscaban la monumentalidad (rasgo que explica por qué muchos templos quedaron inconclusos), la ejecución de los detalles se mezcló con influencias locales, creando un eclecticismo estilístico característico, donde la mano de obra local imprimió un sello único en los tallados en cantera, que, si bien seguían los patrones góticos, a veces incorporaban una simplificación formal o incluso elementos decorativos que bebían de la tradición artesanal del virreinato, como la adición de vasijas de barro a las torres, conocidas popularmente en algunos casos, reflejando una fusión de lo culto y lo popular.

Esta investigación ha permitido clasificar diversos inmuebles, donde la mayoría de las construcciones no son puramente neogóticas, sino ecléctica, mezclando el arco ojival con elementos virreinales (arco de medio punto). Si bien muchos edificios son ecléctico (Clases de menor porcentaje de gótico), algunos, como el Santuario de Nuestra Señora de Guadalupe “Calvillo” en Aguascalientes (figura 2), lograron integrar el estilo completo. La persistencia del ideal, como se ve en el Templo Expiatorio del Sagrado Corazón de Jesús en León, Guanajuato, demuestra que la traducción cultural fue un éxito, fusionando el ideal estético del gótico con la idiosincrasia y el ingenio constructivo mexicano.

Del mismo modo el Parroquia de San Miguel Arcángel, San Miguel de Allende, Guanajuato (fi-

Figura 4. Templo Expiatorio del Sagrado Corazón de Jesús, León, Guanajuato, Guanajuato. (Contreras Lara, Carla. 2018)

gura 4), aunque su construcción se prolongó por décadas, su fachada neogótica, obra del maestro de obras Zeferino Gutiérrez Muñoz, es un claro ejemplo temprano y emblemático del estilo, se cuenta que Gutiérrez se inspiró en postales europeas, lo que subraya la forma en que las ideas arquitectónicas circulaban y se interpretaban localmente. Este templo es un claro ejemplo de lo que hoy podría nombrarse como "fachadismo", sin embargo, es inminente el notorio proceso de asimilación e hibridación entre las diferentes etapas constructivas, la virreinal, la cual pertenece a un templo construido en el siglo XVI por el arquitecto Marco Antonio Sobrarías, con un estilo plateresco, cayó en el abandono; posteriormente tuvo un nuevo intento por culminarla en el año de 1690 con un estilo barroco, volvió a quedar inconcluso, fue hasta que a Zeferino Gutiérrez le es encargado el proyecto de la parroquia que elige el neogótico como un estilo pertinente para finalizarlo, volviéndolo el hito que es actualmente. Zeferino extrajo cantera rosa de las faldas del extinto volcán Palo Huérfano para concluirla 10 años después. La astucia que presenta este maestro de obra de origen indígena muestra las habilidades de percepción y conceptualización del gótico, así como de la habilidad técnica para replicar elementos que fueran funcionales y a su vez estéticos.

Los casos más representativos del Bajío ilustran esta dualidad como ejemplos de tradición-innovación son el Templo Expiatorio del Sagrado Corazón de Jesús, León, Guanajuato, qué, aunque su construcción se prolongó hasta bien entrado el siglo XX, su concepción monumental neogótica (incluyendo las catacumbas en sus cimientos) ejemplifica la persistencia del ideal gótico, adaptado a técnicas modernas de construcción. Y el Templo de la Purísima Concepción, Aguascalientes, el cual muestra la capacidad de los constructores de la región para abordar proyectos de gran envergadura en este estilo.

Por otro lado, el Templo Expiatorio del Sagrado Corazón de Jesús, León, Guanajuato, iniciado en 1921, aunque la concepción y el influjo historicista son del siglo XIX, su larga construcción (concluido en la primera mitad del siglo XX) y monumentalidad lo convierten en uno de los ejemplos más significativos, su diseño refleja la persistencia del ideal neogótico francés y su adaptación a las técnicas y materiales del siglo XX con el uso extensivo de cantera blanca y vitrales artesanales, incluyendo cata-

Figura 5. Templo de Santa María de Guadalupe en Degollado, Jalisco. ("Puebleando con Fernando". 2022)

cumbas, las cuales añaden otra capa simbólica a la estructura.

El Templo de Santa María de Guadalupe en Degollado, Jalisco (figura 5), es otro claro ejemplo, iniciada en 1864, es un neogótico temprano en la región, evidenciando que el fenómeno de la incursión en los elementos arquitectónicos y en la ornamentación gótica, con una planta de cruz latina, pero con elementos clásicos y virreinales y un sistema constructivo de mampostería mixta para la fábrica en los muros y contrafuertes y cantera para los elementos ornamentales y fachada principal.

La manufactura en el Bajío se convirtió así en un acto de traducción cultural y tecnológica, donde la rigidez formal del neogótico se suavizó y adaptó a las capacidades, los recursos y la estética de esta zona, resultando en una arquitectura que, si bien mira a un ideal medieval europeo, tiene raíces profundamente mexicanas.

Conclusiones

La arquitectura religiosa neogótica en el Bajío mexicano durante el siglo XIX es un testimonio fascinante de la convergencia entre la fe, el diseño importado y la manufactura local, lejos de ser una mera copia, estas estructuras representan una recontextualización del estilo gótico, donde la monumentalidad y el simbolismo europeo se encuentran con el ingenio y los recursos técnicos mexicanos.

El neogótico en México fue una respuesta ideológica de la Iglesia Católica en un momento de gran transformación social y política, utilizando la estética medieval como estandarte de la tradición y la permanencia, sin embargo, su materialización fue un acto de adaptación técnica liderado por maestros de obra que supieron integrar el arte de la estereotomía con las innovaciones materiales del siglo, como el acero, mamposterías y diferentes elementos pétreos naturales y prefabricados, simplificando y personalizando los complejos sistemas góticos, donde la producción de estructuras neogóticas en el Bajío demostró que la circulación de ideas arquitectónicas trascendió los centros académicos, llegando a las manos de artesanos y maestros de obra que fusionaron el discurso medievalista con la idiosincrasia y la manufactura mexicana. El resultado es un patrimonio arquitectónico ecléctico, donde la expresión del vínculo divino se manifiesta a través de un diseño que es tanto gótico en espíritu como profundamente mexicano en su materialidad y ejecución, configurando hitos urbanos que aún hoy definen la geografía cultural y religiosa de la región.

Lista de referencias

Ayala Alonso, Enrique, & Buendía Júlbez, José. (1994). *Textos sobre Ignacio Díaz Morales: del espacio expresivo en la*. Universidad de Guadalajara.

Checa-Artasu, Martín. (2017). Hacia una geografía del neogótico en México. *Terra: Revista de Desarrollo Regional, 33*(54), 131-149.

Checa-Artasu, Martín. (2017). Visiones del neogótico mexicano: El templo del Sagrado Corazón de Jesús en León (1921-2009). *Legado de Arquitectura y Diseño, 12*(23), 101-118.

Checa-Artasu, Martín. (2019). Lo neogótico y el Concilio Vaticano II en la arquitectura religiosa de México. *Arquitetura Revista, 15*(1), 1-15.

Contreras Lara, Carla. (2022). *Arquitectura religiosa neogótica en el territorio del Bajío 1860 - 1930*. (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional Autónoma de México.

Katzman, Israel. (2002). *Arquitectura del siglo XIX en México*. Trillas.

Pantoja Hernández, S. (2021). La arquitectura neogótica y su inserción en el patrimonio cultural mexicano. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño, 16*(29).

Pantoja Hernández, Samantha. (2021). La arquitectura neogótica y su inserción en el patrimonio cultural mexicano. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño, 16*(29).

El Templo de Loreto en la ciudad de México y el cambio de paradigma en la geometría y el equilibrio de los edificios religiosos virreinales

Alejandra Contreras Padilla

> Es la iglesia de Loreto un templo tan diferente a las construcciones barrocas, tan audaz en su ámbito, que no podemos menos que considerarlo como excepcional, único en esta época, porque, sujetándose a los principios académicos en esencia, expresa decidido una gran personalidad. Podemos encontrarle antecedentes en la arquit4ectura clásica desde el Panteón de Agripa para acá, pasando por las grandes cúpulas francesas, pero ¿qué amplio!, ¡Qué noble!, ¡Qué artístico es el ambiente que se respira bajo esta enorme cúpula! Los dioses de la armonía y de la proporción aquí se han dado cita. Por el exterior también son vigorosos los efectos que causa. La portada muy sobria; los campanarios humildes, agobiados por el gran domo, que se distingue desde cualquier punto de la ciudad. En los ángulos del crucero, afuera, portadas ciegas pero rebosantes de proporción y buen gusto.
>
> *Manuel Toussaint, Arte Colonial en México,* 1983, p. 225.

Desde el siglo XVI, las Reglas Aritméticas de Rodrigo Gil de Hontañón, fueron las que por casi tres siglos regularon la construcción de edificios religiosos en España, por ende, en la Nueva España. Sin embargo, para este estudio se tomará como referencia un documento ubicado en el Archivo General de la Nación de México, fechado en 1786 en el que se consulta al Arq. Ignacio Castera quien se desempeñaba como Maestro Mayor de la ciudad de México y Maestro Mayor de Arquitectura, sobre las dimensiones que deberían tener las iglesias, enlistando una serie de elementos a considerar para el diseño de los edificios religiosos.

Si bien, este documento sólo quedó en la respuesta a la consulta realizada y no trascendió en la modificación de las normas que regían la construcción de templos, se plantea como hipótesis de investigación si éste documento con la recomendación para la construcción de templos, sirvió como modelo para la realización del Templo de Loreto (1808-1816), en el que se ven modificados los principios geométricos, principalmente en la cúpula con 18.47 m de claro y 30 m de alto que la convierte en la más grande construida en el periodo virreinal.

Se tiene como objetivo de la investigación, identificar el análisis geométrico y de equilibrio estructural del Templo de Loreto para reconocer los cambios y permanencias que se dieron con respecto a las reglas aritméticas de Gil de Hontañón y la aportación tecnológica que representó la modificación planteada por Castera, personaje que estuvo en la transición de varios factores como el cambio del siglo XVIII al XIX, de la arquitectura barroca a la neoclásica y de la arquitectura gremial a la académica, considerándose este edificio como la suma de estos factores.

La importancia de este edificio radica en varios factores, fue construido en el cambio de siglo XVIII al XIX, lo que también marca una transición entre la estilística barroca y la neoclásica, por otra parte se marca el cambio en la formación de los constructores, pasando del grupo gremial de constructores a la

Alejandra Contreras Padilla – Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México

formación escolarizada de la Academia, finalmente todo ello implicó en una solución constructiva que se verá reflejada en la materialización de la cúpula más grande construida durante el periodo virreinal, de ahí la particularidad de este trabajo al tratar de identificar los elementos teóricos que definieron la geometría de este edificio.

Antecedentes de construcciones religiosas

Cuando se publicaron las normas en 1577, el Ducado de Milán se encontraba bajo dominio español, y en menos de tres años, las normas se hicieron patentes en México, como lo demuestran diversas manifestaciones de arquitectura religiosa. La documentación puede sustentarse en las actas de los Concilios provinciales mexicanos de los años de 1585 y 1771.

Rodrigo Gil de Hontañón y las reglas aritméticas

Si bien, no se cuentan con evidencias tangibles sobre el uso del tratado de Gil de Hontañón durante el siglo XVIII en la capital del virreinato de la Nueva España, los conocimientos generados en él permearon en la materialización de los edificios religiosos en el caso mexicano. El sistema de composición, las normas geométricas, el sistema de proporciones y la disposición de los partidos arquitectónicos, serán los elementos que guíen la materialización de la arquitectura religiosa en el siglo XVII. Si bien, muchos de estos elementos fueron establecidos desde el cambio de paradigmas con las disposiciones de Carlos de Borromeo, como la disposición de los templos con una planta de cruz latina y en el transepto, una bóveda.

En el texto titulado "*Compendio de architectura y simetría de los templos [Manuscrito]; Conforme a la medida del cuerpo humano, con algunas demostraciones de geometría / recoxido de diversos autores naturales y extranjeros por Simón García, architecto natural de Salamanca" publicado en 1681,* García inicia el texto mencionando la importancia que tiene el tema de la composición en la arquitectura, advirtiendo que todo arquitecto debe saber, de manera diligente y justa y junto con ella, la analogía de la misma composición porque es proporción, modulación de las partes del todo con cada unos de sus miembros, y de ahí se saca razón de todas las medidas.

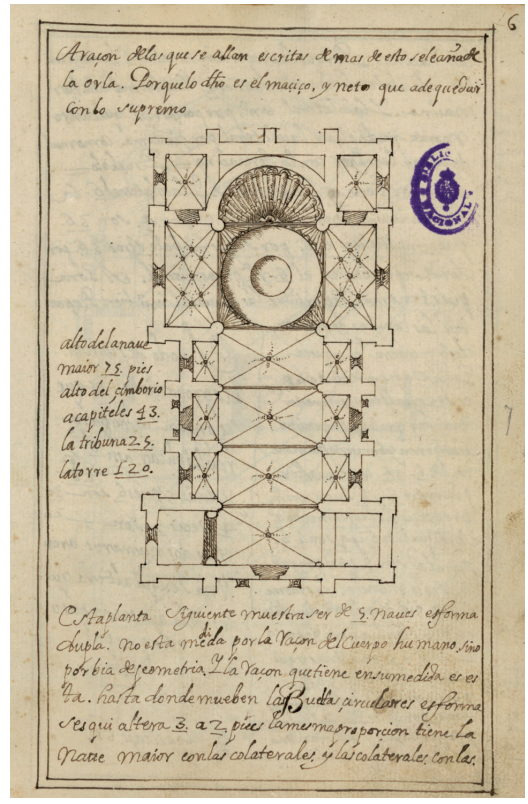


Figura 1. Diseño de composición en plata arquitectónica de un edificio religioso. (Simón García 1681, 6)

Se atribuyendo a Vitrubio la afirmación que no se hace razón de composición, si se carece de medida, por lo que todos los edificios de miden y se hacen con mesura, dando sus tamaños, gruesos, anchos y altos. Es así como el tema de la composición, la escala y proporción serán los elementos que guíen la estructura del documento. Se harán capitulados referentes a el ancho de los muros, la composición de los contrafuertes, la proporción de cúpulas y bóvedas, ancho y alto de torres, frontones, etcétera. Tomando como referencia el sistema de proporciones del cuerpo humano, en el capítulo segundo se hace un estudio sobre las medidas en que se componen los templos y la se reparte en rostros de la altura y anchura, partiendo de los argumentos de Alberto Durero, tomando como referencia las proporciones de una cabeza humana. (García 1681, 5)

También en dicho documento se establece que las dimensiones de los edificios serán en propor-

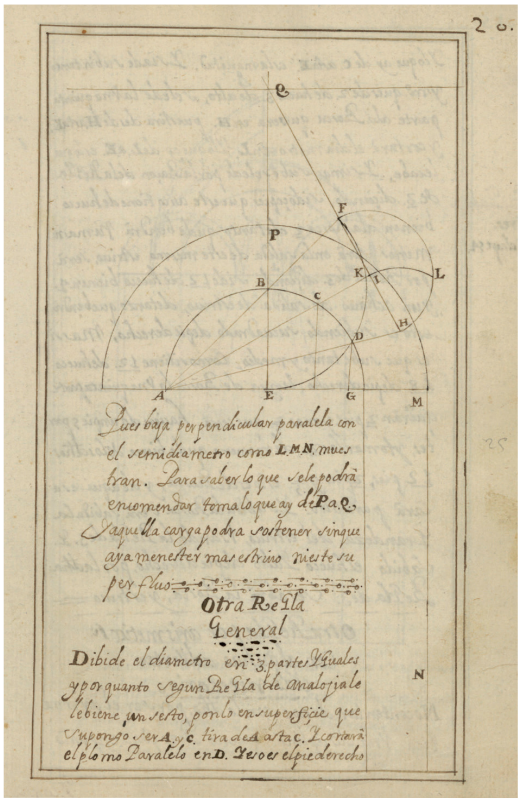


Figura 2. Sobre el diseño de los estribos (Simón García 1681, 23)

ción con el número de habitantes, de ahí la consideración para que los templos sean de una, tres o hasta cinco naves. Así mismo, esa escala definirá ancho, largo y alto de los inmuebles, pero en todos se incluye una planta de cruz latina y en el transepto o crucero, un cimborrio que soporte la cúpula. Sobre este se menciona que puede ser circular o hexagonal.

Con base en el documento de Simón García, el ancho del muro corresponde al resultado de la raíz cuadrada de la altura, por lo tanto, si un muro mide 120 pies, el ancho del muro será de 11 pies = 11.

También se hace referencia al tema de las torres, que deberán ser dos cuya función será la de flanquear el edificio para evitar coceo.

Dependiendo del tamaño de la bóveda, esta se apoyará en cuatro arcos torales, definiendo en el Capítulo 4, las medidas que debe tener una bóveda de medio punto, rebajado y redondo. Para medir un cañón de bóveda el cuerpo del mismo debe tener 44 pies de ancho y 110 de largo, mientras que para definir la proporción de los estribos se propone de la siguiente manera:

> Sobre los estribos, se menciona que si se mira donde corta la línea GM hallarás que en él punto ***R*** pues pasa una línea transversal a nivel que se hace un ángulo recto con la línea GM ya que ellos se puede bien fijar que no será mucho trabajar ni tampoco estará de más el estribo (García, 98).

Arquitectura religiosa del siglo XVIII

Como lo menciona Cortes Rocha, con el texto *Architectura mechanica. La profesión y el oficio* (2019), la importancia de este periodo radica en una etapa de transición, ya que inicia la decadencia del periodo barroco, junto con él, el término de la formación gremial de los constructores e inicia la estilística neoclásica, institucionalizada en las recién formadas academias en donde se formarán los futuros arquitectos.

> Si con crucero al cuerpo de la iglesia dos cuadros y medio. Siguese el cimborrio que ha de tener uno con la cúpula, y luego se sigue al presbiterio que se le dará un cuadro. Conque en este caso tendrá todo el templo cuatro cuadros y medio *(Cortes, 47).*

Ignacio Castera Obiedo, arquitecto entre la tradición y la modernidad

Sin duda alguna Ignacio Castera es un personaje muy peculiar, ya que su quehacer profesional lo desarrolló en un momento histórico significativo, el cambio del siglo XVIII al XIX, y ante las circunstancias se supo adecuar. Entre las peculiaridades podemos mencionar que fue un arquitecto de transición, ya que se tuvo que adaptar al cambio en la estilística del arte barroco al neoclásico, a lo que se sumó el cambio en la enseñanza y profesionalización de la actividad de los constructores, ya que se modificó la herencia gremial de la construcción a la escolarizada con la fundación de la Academia de San Carlos de las Nobles Artes, lo que llevó a la definición de nuevos perfiles profesionales.

En este contexto, Ignacio Castera nace en el seno de una familia con ciertos privilegios en la Nueva España, ya que su padre, Esteban Castera de origen vasco se había desempeñado como contratista para el Ayuntamiento de México (Hernández 1994, 6) por lo que puede inferirse que desde el seno familiar estuvo en contacto con conocimientos relacionados el quehacer profesional del constructor lo que le permitió a temprana edad poder ejercer la labor de agrimensor y la arquitectura.

Con base en los estudios realizados por Regina Hernández Franyuti, Castera en el año 1776, solicitó al virrey Antonio María de Bucareli le fuera practicado el examen para obtener el título de agrimensor y maestro de arquitectura, para lo cual debía demostrar conocimientos profundos en temas como geometría, matemáticas y el uso de instrumentos técnicos. Resulta interesante que el examinador de este examen fue el Arq. Iniesta Bejarano, quien definió el 8 de mayo de 1777 en la Real Audiencia que se le expidiera el título correspondiente ya que "hallaros suficiente y experto" (Katzman, 1973, 45), iniciando así su etapa como agrimensor, actividad dedicada a la delimitación de sitios y terrenos, así como para la supervisión de minas, actividades que en el siglo XVIII tuvieron gran proyección.

Como agrimensor desarrolló varios proyectos para la ciudad de México, así como la elaboración de detallados planos que daban cuenta de los trabajos de crecimiento de la ciudad, en donde se definen de manera puntual las manzanas, edificios importantes, las obras de empedrado y enlosado de las calles, del sistema de atarjeas, los nuevos proyectos de parques y zonas arboladas, así como el de fuentes públicas para abastecer de agua a la población.

Castera también se acreditó como Maestro de Arquitectura, presentando un examen en el que demostró tener amplios conocimientos en temas de geometría, matemáticas y proyección de distintos géneros de edificios. Con este nombramiento, pudo acreditarse como veedor, un cargo que era nombrado por los Maestros examinados en dicho oficio, "quienes elegían individuos de buena fama sciencia [sic] y conciencia" (Carrera Stampa, 1954, 60)

También obtuvo los nombramientos de Maestro Mayor de la ciudad, Maestro Mayor del Real Desagüe y Maestro Mayor del Real Palacio, en el que aplicó todos sus conocimientos para reordenar la capital del virreinato, siendo sus principales funciones las de organizar la traza urbana de la ciudad, obras públicas, de saneamientos, atarjeas, la propuesta de un dique para confinar la ciudad y evitar las inundaciones, entre otros proyectos.

En 1781, con la creación de la Real Academia de San Carlos, como una forma de imponer las nuevas estilísticas regidas por el neoclasicismo, se estableció un control como una forma de regulación del Estado, en el que se estableció que cualquier proyecto debía ser aprobado por las autoridades de la Academia, de tal forma que desde la autoridad se empezó a definir la nueva estilística que regularía la producción plástica, artesanal y edilicia hasta finalizar el periodo virreinal en el caso mexicano. A esto se suma que, a los grandes arquitectos consagrados, se les invita a formar parte de la nueva entidad administrativa como "profesores de Mérito".

Con este cúmulo de experiencia, evidentemente se le consideraba no sólo para realizar revisiones en la capital del virreinato, también en el interior del territorio, como lo demuestra una solicitud realizada en 1786, en donde se le consulta a Castera sobre las dimensiones que debe tener un templo, específicamente se le consulta sobre el Oratorio de los padres felipenses en la ciudad de Querétaro, siendo la respuesta a esta solicitud, comentada por Francisco de la Maza (1943),

> En el año 1786, se construía en Querétaro la interesante iglesia del oratorio, terminada en 1802, por cuyo motivo los padres felipenses pidieron consejo al inteligente y entonces ya famoso arquitecto don Ignacio Castera sobre las dimensiones que deberían tener las iglesias y en particular el oratorio, que iba, según parece, en los cimientos. Castera contestó al padre Dimas Diez de Lara, por mediación de Don Antonio de Lecca, la siguiente carta.

Por la importancia que implica el documento mismo, se transcribe a continuación ya que, en él, Castera establece una serie de principios y relaciones de proporciones que no son precisamente las que se estaban implementando en las construcciones en ese momento, más bien es una propuesta novedosa, que permite identificar también la pericia que ya tenía el arquitecto en cuanto habilidad constructiva y conocimiento de materiales.

Opinión que emite Castera sobre las dimensiones que deben tener las iglesias (AGN, 1786 vol. 14, expediente 1.)

Señor Don Antonio de Lecca:
Muy señor mio: remito a V.M. una sucinta explicación de los tamaños que corresponden a una Iglesia, suplicándole me haga favor de decirle a nuestro querido presbítero Don Dimas, que siento mucho haverlos demorado, y que no vayan con la extensión que quisiera por estar todavía malo, por no estar demás nada para el acierto de semejantes Fábricas pero vale, que me avisará de cualesquiera duda que tenga para suplir la poca prevención de todo lo que corresponde.

Aunque las dimensiones de una iglesia son diversas, según el Destino como Catedrales, parroquias, Iglesias particulares, etc. En nuestro caso me parece deberá elegirse el terreno asi por el Destino que ha de tener, como por aventajarse mucho en su construcción, circunstancia muy interesante por no haber caudal fijo, ni seguro para ella por cuya razón Siendo 14 varas su ancho debe tener 56 de largo fuera de paredes que se dividen en esta forma, siete para el presbiterio, 14 para la media naranja o cimborrio, 28 para el Cuerpo de la Iglesia, y siete para el Coro. En la longitud de las 28 se construyen 4 bóvedas o tres según se qquerrá con sus correspondientes Pilastras y Arcos, los que llevarán una vara de ancho y lo mismo las pilastras llevando estas 14 de alto y 7 los arcos hasta la parte inferior de la clave.

Sus estribos que por la parte exterior corresponden a las Pilastras, han de llevar fuera del vivo de la pared dos varas, y el ancho una y media, de alto 16. Sus paredes vara y cuarta de grueso arrojando de ella las Pilastras exteriores tres cuartas. A los lados laterales del Cimborrio sale la Iglesia otras siete varas para formar el crucero, cuyas paredes de testero bastará que tengan una vara así estas como las del Presbiterio y fachada sus bóvedas si son de piedra tres cuartas de grueso en su principio, media en su ancho, si son de ladrillo o tezontle media en su principio, tercía y cuarto dedos en su clave los Cimientos con una cuarta más de cada lado de grueso expresado en las paredes y estribos, corridos por lo interior de una a otra pilastra, y cuatro varas de profundidad en donde haya tepetate firme, entendiéndose que este se ha de registrar si es seguido, o en hojas dando varios taladros o barrenos, y si se encontrase falso después del tepetate, es preciso cortar las hojas y darle 6 varas de profundidad y cinco si la arena fuese seca y firme cuya prevención me parecen suficientes para comenzar la Obra interior ella misma va presentando dificultades de que podrá avisar.

Dios guarde a V.M.M.
De esta su casa y agosto de 1786
Ignacio Castera [Rúbrica]

Templo de Loreto

Como consecuencia de la expulsión de los Jesuitas en el año 1773, la imagen de la virgen había sido depositada en el convento de la Encarnación, por lo que el Conde Antonio de Bassoco, tiene la iniciativa de generar un templo dedicado a la Virgen de Loreto. El proyecto fue solicitado a tres arquitectos, dos de ellos con una gran producción edilicia y reconocimiento debido a los cargos públicos que habían desempeñado, el tercero, menos conocido debido a su juventud y menos labor profesional. Es así como presentan sus proyectos Manuel Tolsá, Ignacio Castera y Agustín Paz, decantándose el Conde de Bassoco por el proyecto de los dos últimos.

La construcción del edificio inició en 1809 y concluyó en 1816, Castera murió en 1811, por lo que no vio concluida la obra.

Este edificio sin duda alguna es particular por varios elementos, el primero a considerar es que la construcción representa los cambios estilísticos, técnico constructivos que se están dando a finales del siglo XVIII y primeras dos décadas del siglo XIX, en donde los impulsos de la estilística barroca están en decadencia pero siguen estando en el imaginario de los arquitectos y promotores de las obras, por otra parte, está el boga el arte neoclásico que de manera opuesta al barroco, busca la sobriedad.

Este templo incluirá elementos compositivos con base en los principios clásicos de la arquitectura grecorromana, sumando el factor tecnológico, en donde la formación de arquitectos en la Academia, en el caso de México en la Academia de San Carlos de las Nobles Artes, la enseñanza se irá modificando, con la incorporación de asignaturas referentes a cálculo, materiales, además de los elementos de composición que ya se conocían por medio de los Tratados de Arquitectura. Es así como el templo de Loreto representa ese cambio estilístico y tecnológico del cambio de siglo XVIII al XIX, transiciones que se vean plasmadas en varios aspectos.

La portada del edificio es sobria, con una estilística claramente neoclásica, conformada por dos cuerpos, con un entablamento con metopas y triglifos que sobresale en el acceso principal. En el primer cuerpo, se ubica en la calle central, el acceso con un arco de medio punto moldurado, sobre él un alto relieve realizado en mármol blanco que representa a la Virgen de Loreto, y en el segundo cuerpo que se encuentre la ventana

Figura 3. Portada principal del Templo de Loreto. (Fotografía: A. Contreras)

del coro, rematado por un frontón en el que se distingue un relieve que simboliza "el ojo divino".

Las torres campanario, flanquean el edificio, rematando con unos cubos coronados por cupulines. En ambos cuerpos se presenta una decoración de la cantería en almohadillado, y en ambos cuerpos también se presentan pares de pilastras dispuestas simétricamente con fuste estriado.

La nave está dividida en tres secciones, el sotocoro, la nave propiamente y el crucero con el presbiterio. La cubierta de la nave es de cañón corrido con lunetos. El crucero, es muy peculiar ya que está conformado por unas exedras, capillas adosadas que generan que el espacio del transepto sea mayor, el cual recibe un tambor coronado por una cúpula. Entre el tambor que sostiene la cúpula y los arcos que sostienen ambas, se forman seis elementos parecidos a las pechinas, denominadas también geómetras.

El diseño de la planta arquitectónica es muy significativo ya que, a pesar de ser una construcción de la primera década del siglo XIX, se denota la influencia barroca, lo que demuestra que si bien, ya había una restricción legal sobre la pertinencia estilística del uso de las formas neoclásicas, este inmueble permite de nuevo ver esa transición que se dio tanto en el cambio de siglo, en el cambio de estilísticas y en el cambio de las formas de construir.

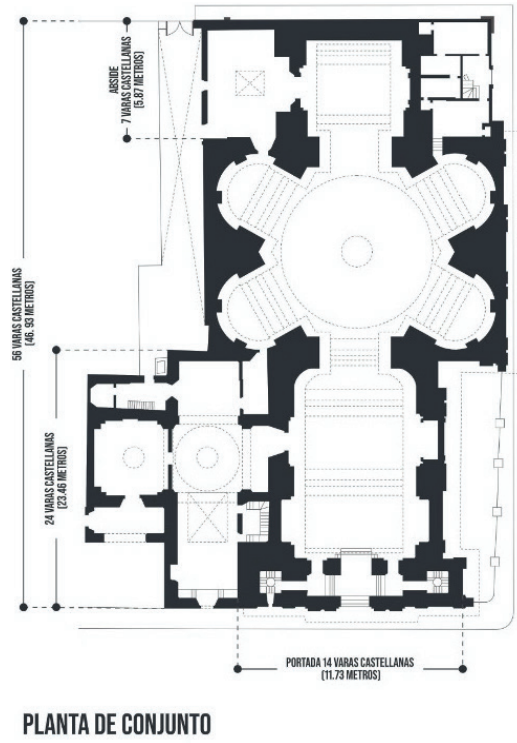


Figura 4. Planta arquitectónica del Templo de Loreto. (Dibujo realizado por Ángel Sven Bernal Raya)

El ancho de los muros es de 1 vara, y en la zona de los contrafuertes es de 3.5 varas, los contrafuertes reciben el peso de la estructura del tambor y la cúpula, como se muestra en la figura 6, se generan unas pilastras interiores que permiten generar las exedras de cada uno de los lados del transepto, quedando al estructura en perfecto equilibrio axial.

Figura 5. Interior del Templo de Loreto. (Fotografía. A. Contreras)

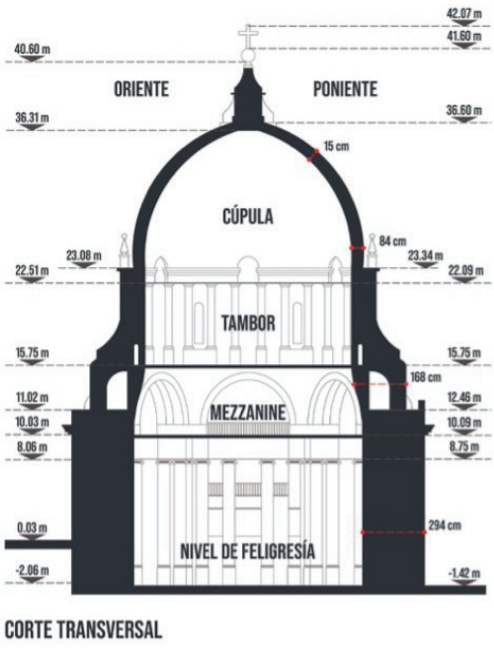


Figura 6. Corte esquemático del Templo de Loreto. (Dibujo realizado por Ángel Sven Bernal Raya)

Figura 7. Detalle de la cúpula. (Fotografía A. Contreras)

Figura 8. En el exterior se observan las capillas formadas por las exedras que soportan la gran cúpula. (Foto: A. Contreras)

La cúpula, considerada la más grande construida en el México virreinal, alcanzando un claro de 30.17 mts. De forma elíptica, apoyada en un tambor cilíndrico ubicado en el transepto, se incrementa el espacio abierto al estar apoyo en dos exedras de cada lado, lo que genera la impresión de estar suspendida. En la imagen 5 se distingue la pilastra que soporta las pechinas que reciben el peso del tambor y la cúpula.

La cúpula, de traza semi-hiperboloide de planta circular, lo que significa que es más esbelta recibiendo los empujes horizontales, la base sobre la que se apoya la cúpula consiste en arcos sobre pilastras utilizando elementos de transición sobre pechinas.

	Simón García y Gil de Hontañón	Propuesta de Castera		Templo de Loreto
Ancho	21.8	14 varas		14 varas
Largo	54.6	56 varas	7 Presbiterio 14 Media naranja o cimborrio 28 Cuerpo de la iglesia 7 Coro	56 varas
Altura	8 v	16		16
Bóvedas	2 naves colaterales de 5.46 v	4 o 3 bóvedas según se requiera con las correspondientes pilastras y arcos. ¾ de grueso en su principio y ½ en su ancho.		
Arcos	Altura a la clave del arco principal 21.8 v	Vara y media de ancho y siete de alto hasta la parte inferior de la clave. 14 de alto hasta la parte inferior de la piedra clave.		
Pilastras		14 *v* de alto		
Cúpula				Diámetro 18.57 55 cm. en el arranque 35 cm en el remate Altura 36.45 (43.50 v)
Cimborrio	42 pies	6 varas		hexagonal 18.47 metros de diámetro equivalente a 15.50 varas 6 varas de altura
Estribos / contrafuertes	4	Corresponden en la parte exterior a las pilastras, han de llevar por fiera del vivo de la pared 2 varas, una y media de ancho y 16 de alto.		3.5 v
Muro / ancho	3.9	1 ¼ *v*		1 *v*
Alto de la Torre	36.4			

Tabla 1. Tabla comparativa de las proporciones en los templos religiosos

La cúpula se encuentra sobre un cimborrio hexagonal de dimensiones sorprendentes para la época, ya que alcanza una altura de 36.45 metros (43.5 *v*) desde el nivel del piso hasta la base del cupulín. La cúpula presenta una linternilla coronado por un cupulín. Mientras que, en el cimborrio, lo esbelto de las columnas permiten la generación de una cantidad de ventanales, que además de aligerar el peso de la cúpula, al interior, la cantidad de luz que se genera en el transepto es generosa.

Otra particularidad de este edificio religioso es que el coro presenta un entrepiso a modo de mezanine, que genera un entrepiso entre la planta baja y el espacio del coro. Y el mayor punto de interés es

la cúpula, ya que se apoya en columnas muy esbeltas y presenta una gran cantidad de vidrieras que por una parte dotan de gran cantidad de luz natural al interior del edificio, así como generar el efecto visual de estar soportada la cúpula en los vitrales de colores.

La cúpula con una altura de 13 metros de altura, más los casi 7 metros del cimborrio, generan un espacio al interior de 36,60 metros de altura, coronado por una linternilla y un cupulín. También se distingue los vanos que alojan los ventanales dispuestos en tres, rematado el vano central con un remate de frontón circular.

El edificio fue construido con los materiales tradicionales que se encontraban en el valle de México, como piedra chiluca, cantería, tezontle, arena y piedra mamposteada. Predominando desde el exterior la gran cúpula que se levanta sobre los muros austeros con elementos propios del estilo neoclásico pero que permiten distinguir la estructura, como las columnas en las esquinas de los muros con un almohadillado que remarca el refuerzo en los muros ciegos. Quedando completamente ahogados en los muros los contrafuertes que soportan el peso de la cúpula.

A partir del análisis comparativo, se puede identificar que efectivamente la propuesta para el diseño de edificios religiosos propuesta por Castera en 1786, fueron las que rigieron en diseño del Templo de Loreto, se presentan las mismas dimensiones propuestas para el largo y ancho de la nave, para la altura de la cúpula, ancho de muros, el ancho de los estribos o contrafuertes.

Reflexiones finales

Si bien la construcción del templo es de las primeras décadas del siglo XIX, los principios que rigen su construcción son planteamientos del siglo XVIII. Los elementos geométricos desarrollados en las arquitecturas religiosas del siglo XVIII no correspondieron a los utilizados en el templo de Loreto, ya que ni las proporciones, dimensiones, tamaño de la cúpula o el propio diseño de cruz latina fueron elementos considerados en este proyecto.

El diseño, traza y composición geométrica del Templo de Loreto, corresponde cabalmente con la propuesta realizada a solicitud de la consulta de Don Antonio de Lecca, lo que permite identificar la destreza del arquitecto Ignacio Castera, en todos los cargos que había desempeñado, considerado por autores como Hernández Franyuti, Manuel Toussaint o el propio Francisco de la Maza como su obra maestra.

Proyecto y ejecución de Ignacio Castera que concluyó el Arquitecto Agustín Paz, siguiendo cabalmente el proyecto original, siendo el templo de Loreto una edificación como se ha mencionado anteriormente, significativa ya que rompió con los esquemas tradicionales de geometría estructural vigentes en la época, con una estilística híbrida entre el periodo barroco y el neoclásico, por adaptarse precisamente en estas dos corrientes estilísticas en el cambio de siglo lo que permitió construir la cúpula más grande del periodo virreinal en México.

Lista de referencias

Archivo General de la Nación, *Sección Templos y Conventos*, vol. 14, expediente 1.

Borromeo, Carlos. *Instructiones Fabricae et Supellectilis Ecclesiasticae de Carlos Borromeo,*https://web.archive.org/web/20150320040207/http://evelynvoelker.com/

Carrera Stampa, Manuel. *Los gremios Mexicanos: La organización gremial en Nueva España 1521-1861*. Colección de estudios Histórico-económicos mexicanos. Ed. EDIAPSA, 1954.

Cortés Rocha, Xavier. *Architectura Mechanica. La profesión y el oficio*. Facultad de Arquitectura e Instituto de Investigaciones bibliográficas de la UNAM. México, 2019.

De la Maza, Francisco. 1943. «Una Carta Del Arquitecto Ignacio De Castera». *Anales Del Instituto De Investigaciones Estéticas* 3 (10):pp. 82-83. https://doi.org/10.22201/iie.18703062e.1943.10.336.

García, Simón. *Compendio de architectura y simetría de los templos [Manuscrito]; conforme a la medida del cuerpo humano, con algunas demostraciones de geometría / recoxido de diversos autores naturales y extranjeros por Simón García, architecto natural de Salamanca*. España, 1681. Consultado en: https://bdh.bne.es/bnesearch/detalle/bdh0000042291

Hernández Frayuti, Regina María Raquel. *Ignacio de Castera: Arquitecto y urbanista de la Ciudad de México 1781-1811*. Tesis para obtener el grado de Maestra en Historia del Arte.. Facultad de Filosofía y letras, UNAM, México, 1994.

Katzman, Israel. *Arquitectura del siglo XIX*, UNAM, Centro de Investigaciones Arquitectónicas 1973 (p45-62).

Tosca i Mascó, Tomás Vicente (C.O.). C*ompendio mathematico en que se contienen todas las materias mas principales de las ciencias que tratan de la cantidad ... ;* Tomo I que comprehende Geometria elementar, Arithmetica inferior, geometria practica... Valencia : por Antonio Bordazar, 1707. [http://hdl.handle.net/10481/31380]

Tosca, Tomás Vicente. *Compendio matemático: en que se contienen todas las materias más principales de las Ciencias, que tratan de la cantidad*. Madrid, 1727.Consultado en la Biblioteca de la Universidad de Sevilla: https://archive.org/details/A002064

Zamayoa Portillo, José Alfonso. *Autoría, razones del hundimiento, propuesta de restauración y reconversión del Templo de Nuestra Señora de Loreto en la Ciudad de México*. Tesis para obtener el grado de Maestría en Restauración del Patrimonio Arquitectónico, Posgrado de Arquitectura, UNAM. México, 2023.

Obras de restauración en el Pukará de Lasana a mediados del siglo XX

María Victoria Correa
Liuba Alberti
Pablo Lacoste
Juan Blánquez.

El presente estudio se centra en las obras estatales de restauración ejecutadas en el Pukará de Lasana, Chile, un pueblo fortificado preincaico localizado en el Desierto de Atacama, a mediados del siglo XX. Estas obras fueron parte de un pionero plan de restauraciones arquitectónicas entre los años 1950 y 1954, y han sido señaladas como la primera obra de restauración arqueológica realizada en el país.

La investigación tuvo como objetivo identificar los criterios técnicos y teóricos en la intervención en este sitio, edificado alrededor del siglo XII por la cultura atacameña. La metodología de la investigación incluyó recopilación de documentación escrita y fotográfica relativa a las obras de restauración del pukará y la revisión de actas de sesión y boletines internos que registraban la labor del Consejo de Monumentos Nacionales (CMN), institución que en la época impulsó estos trabajos, en conjunto con la Dirección General de Obras Públicas. Los documentos de registro fueron analizados con técnicas cualitativas.

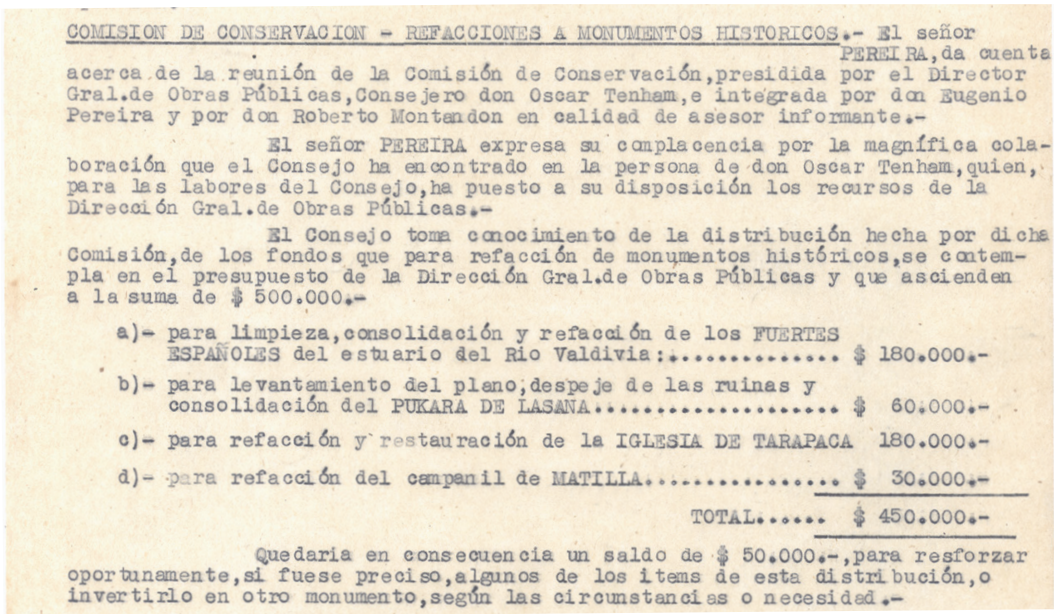
Los resultados del estudio revelan que las obras ejecutadas en el Pukará de Lasana en la década de 1950' fueron restituciones acotadas, que evitaron reconstrucciones integrales, y que las decisiones de restauración se basaron en datos ciertos, evitando falsos históricos y reintegraciones de amplia escala. Es relevante notar que, a pesar de las distancias geográficas, las decisiones proyectuales de estas obras se alinearon a las ideas de restauración a nivel internacional que en aquellos años se discutían en Europa, incluyendo ideas ligadas a la restauración científica y conceptos presentes en la Carta de Atenas de 1931, principalmente en materias referidas a la intervención de sitios arqueológicos y al método de anastilosis.

Introducción

El Pukará de Lasana es un sitio arqueológico prehispánico ubicado en el norte de Chile, en el Desierto de Atacama, en la provincia de El Loa. Constituye un asentamiento fortificado, con fisonomía de ciudad escalonada (Montandón 1953), señalado como un pueblo-fortaleza, parte de un conjunto de este tipo de sitios localizados en oasis y valles cordilleranos (Montandón 1951). Los atacameños o Licán Antai fueron una cultura que pobló la zona precordillerana del Desierto de Atacama desde el siglo VI d.C. y que edificó este pukará alrededor del siglo XII (SERPAT 2025).

En 1925 Chile impulsó sus primeras disposiciones legales de conservación patrimonial (Vergara 2018), iniciando el resguardo de los primeros monumentos en el país, bajo criterios de selección históricos, artísticos y conmemorativos (Decreto N° 3.500 1925; Decreto-Ley N° 651 1925). Desde ese entonces, el Consejo de Monumentos Nacionales (CMN) fue la institución a cargo de la protección del patrimonio

María Victoria Correa; Liuba Alberti – Universidad de Santiago de Chile (USACH). Pablo Lacoste; Juan Blánquez – Universidad Autónoma de Madrid (UAM)



COMISION DE CONSERVACION - REFACCIONES A MONUMENTOS HISTORICOS.- El señor PEREIRA, da cuenta acerca de la reunión de la Comisión de Conservación, presidida por el Director Gral. de Obras Públicas, Consejero don Oscar Tenham, e integrada por don Eugenio Pereira y por don Roberto Montandon en calidad de asesor informante.-

El señor PEREIRA expresa su complacencia por la magnífica colaboración que el Consejo ha encontrado en la persona de don Oscar Tenham, quien, para las labores del Consejo, ha puesto a su disposición los recursos de la Dirección Gral. de Obras Públicas.-

El Consejo toma conocimiento de la distribución hecha por dicha Comisión, de los fondos que para refacción de monumentos históricos, se contempla en el presupuesto de la Dirección Gral. de Obras Públicas y que ascienden a la suma de $ 500.000.-

a)- para limpieza, consolidación y refacción de los FUERTES ESPAÑOLES del estuario del Rio Valdivia:..... $ 180.000.-

b)- para levantamiento del plano, despeje de las ruinas y consolidación del PUKARA DE LASANA..... $ 60.000.-

c)- para refacción y restauración de la IGLESIA DE TARAPACA 180.000.-

d)- para refacción del campanil de MATILLA..... $ 30.000.-

TOTAL..... $ 450.000.-

Quedaria en consecuencia un saldo de $ 50.000.-, para resforzar oportunamente, si fuese preciso, algunos de los items de esta distribución, o invertirlo en otro monumento, según las circunstancias o necesidad.-

Figura 1. Primer presupuesto de refacción de monumentos históricos del Consejo de Monumentos Nacionales, en el cual se incorporaban obras para el Pukará de Lasana. Fuente: Acta de Sesión del Consejo de Monumentos Nacionales, 24 de Abril de 1950, Archivo Fotográfico del Consejo de Monumentos Nacionales.

histórico y cultural del país, impulsando las primeras declaratorias de resguardo de sitios históricos (Prado & Ossio 2008).

A pesar de que la ley consideraba automáticamente como monumento nacional a todos los sitios arqueológicos localizados en el país, en noviembre del año 1949 el Consejo de Monumentos hacía una solicitud oficial para que el Pukará de Lasana fuese elevado a la categoría de Monumento Nacional, junto a los Pukará de Turi, Toconce, y el pueblo viejo de Paine (Montandón 1949). Se impulsaba esta especial iniciativa señalando que «una declaración nominativa en el caso de ruinas de pueblos precolombinos, daría tal vez más valor a esta disposición legal» (Montandón 1949, p.4). Aunque esta declaratoria fue finalmente oficializada sólo algunas décadas más tarde, en 1982, cuando el Pukará de Lasana fue protegido como monumento arqueológico por decreto, este sitio fue objeto de obras de restauración a mediados del siglo XX, para revertir su avanzado estado de deterioro (Decreto N° 36 1982).

Luego de una inicial época caracterizada por declaratorias de algunos edificios y bienes considerados relevantes para la historia nacional, el Consejo de Monumentos inició una fase de intervención para la recuperación de monumentos históricos en deterioro, a través de presupuestos de «refacción», erogados desde la Dirección General de Obras Públicas entre 1950 y 1954 (Correa & Alberti 2022). Este período fue caracterizado por la relevante contribución de Roberto Montandón Paillard, Asesor Técnico del Consejo de Monumentos Nacionales, fotógrafo y restaurador autodidacta, suizo que había emigrado a Chile en la década de 1930' (Guarda 1973), ingeniero agrónomo de profesión, con formación europea y cursos de etnografía e historia del arte, y un especial interés en arqueología y arte colonial (CMN s.f. Documento N° 1547).

A mediados del siglo XX, el Pukará de Lasana se incluía entre los primeros monumentos a restaurar con fondos estatales del CMN (figuras 1-2). En esos años, la institución atribuía a este sitio un valor inestimable, señalando que representaba uno de los monumentos prehispánicos más importantes de la región, indicado como el más relevante de Chile y el de mayor valor al sur del lago Titicaca (Montandón

1954). La documentación de la época del CMN describía a este pukará como un testimonio de «la evolución cumbre de la arquitectura atacameña» (Montandón 1951, p. 3), y se reconocía además el interés turístico y documental de estas ruinas, relevantes para la cultura, la ciencia y la investigación (Montadón 1953; Montandón 1951). Se indicaba que su localización en el valle del río Loa, en un punto cercano a los caminos de Toconce y Ollagua, podría constituir un punto de interés para viajeros, de fácil acceso (Montandón 1954), señalando que podría constituir «un centro vivo por su interés y significado», ligado a la historia, la educación y la cultura, y que su puesta en valor también podría implicar una repercusión económica y social ligada al turismo (Montandón 1953, p.3).

Aunque el Pukará de Lasana se encontraba en un avanzado estado de ruina, a mediados del siglo XX el Consejo de Monumentos consideraba a este sitio el mejor conservado de la cultura atacameña en el país (CMN s.f. Documento Nº 1494). Por estos motivos, fue inserto dentro del primer presupuesto de restauración que el Consejo de Monumentos Nacionales impulsó para "refacción de monumentos históricos". El Estado chileno proyectó y ejecutó entonces, obras de restauración para recuperar este sitio entre 1950 y 1954. El Pukará de Lasana constituyó el único sitio arqueológico intervenido en el contexto de los primeros presupuestos de restauración arquitectónica del Consejo de Monumentos. Las demás edificaciones restauradas en el marco de este tipo de presupuestos en la época, fueron en su mayor parte fortificaciones e iglesias de época colonial (Correa, Alberti, Muñoz, Poo 2024).

Figura 2. Pukará de Lasana en la década de 1950'. Se observa instalación de faenas para obras de restauración. Fuente: Roberto Montandón Paillard, Archivo Fotográfico Consejo de Monumentos Nacionales.

El Pukará de Lasana constituye en la actualidad un sitio relevante para la historia de la conservación en Chile, pues fue señalado como la primera ruina prehispánica restaurada en el país (Montandón 1953). Es de interés notar que las obras se ejecutaron con un profundo respeto hacia las preexistencias, evitando las reconstrucciones sin base cierta y evitando restituciones construidas en base a hipótesis. A continuación, se describen las obras de restauración ejecutadas en este relevante sitio arqueológico del Desierto de Atacama en la década de 1950'.

Intervenciones de Restauración en el Pukará de Lasana en la década de 1950'

Las restauraciones del Pukará de Lasana a mediados del siglo XX, fueron registradas en actas y boletines internos del Consejo de Monumentos Nacionales, documentación que permite su observación detallada. Se erogó fondos anuales para estas obras entre 1950 y 1954. El análisis de estos documentos, permite comprender el método de restauración utilizado, y los criterios técnicos y teóricos empleados en la época. La restauración del sitio fue precedida por una profunda investigación, que permitió la comprensión de su historia, características y materiales, llevada a cabo por Roberto Montandón. La investigación realizada previa a las obras fue publicada en 1950, constituyendo el primero de los Cuadernos del Consejo de Monumentos Nacionales, serie de publicaciones que posteriormente continuó difundiendo el valor patrimonial de otros sitios de interés de Chile. Las fotografías de las obras tomadas por el Asesor Técnico en aquellos años, registraron el avance de los trabajos, y permiten comprender las acciones ejecutadas (figuras 3-8).

Los estudios previos desarrollados por Montandón sobre el pukará, revelaron su organización urbana y

defensiva (Montandón 1951). Se trataba de una ciudad fortificada que además contaba con un interesante sistema de irrigación de agua, que permitía el cultivo en una zona alta del Desierto de Atacama (Montandón 1951). En 1949, Roberto Montandón realizó un viaje antes de iniciar las obras y levantó un inventario descriptivo y fotográfico del pukará (Montandón 1949), constatando su estado de conservación. Todo indicaba que el estado de ruina del sitio en esa época, se debía a la acción del hombre. Algunos años más tarde, Montandón (1953) concluía que el sitio se encontraba en deterioro debido a una destrucción sistemática ocurrida hacía dos décadas por un contratista de la Chile Exploration Co. que habría extraído material para ejecutar una construcción ligada a la provisión de infraestructura para agua potable destinada a la minería de Chuquicamata (Montandón 1953). Se señalaba en ese entonces que este sitio era desconocido para el gobierno y el Consejo de Monumentos, y que su mal estado de conservación habría estado ligado a una ignorancia sobre su importancia (Montandón 1953). Los boletines internos del CMN registraban el deterioro de diversas secciones del pukará (Montandón 1951) y el expolio del sitio debido al lucro y al coleccionismo (Montandón 1950).

Para frenar esta condición avanzada de abandono, una de las primeras acciones que se realizó en la década de 1950' fue la instalación de letreros informativos, que se pensó evitarían el expolio (Montandón 1950). En 1953 se constataba que estos letreros actuaban como único resguardo del pukará (Montandón 1953). Los letreros comenzaron a confeccionarse en 1949, como primera acción de puesta en valor de este relevante sitio arqueológico. Para su ejecución dos actores relevantes tuvieron participación, el ejército, a través del regimiento Gral. Lagos de Calama, que envió a elaborar 6 letreros y la Compañía Minera Chile Exploration Co., que como reparación al daño causado años antes, aportó dinero para su elaboración (Montandón 1953). Los letreros se situaron en las inmediaciones del sitio, señalando la prohibición de efectuar excavaciones o remover ruinas en aquella zona arqueológica (Montandón 1950).

El plan de acción fue delineado por Montandón junto al Arquitecto zonal y al Ingeniero Provincial en 1950. Inicialmente el plan tenía dos objetivos: reconstrucción parcial de la planta del pukará y consolidación de los muros (Montandón 1951). A estos objetivos se agregó más adelante, la reconstitución parcial del sistema de regadío (Montandón 1951). El plan se diseñó en etapas de despeje, consolidación, rectificaciones, reconstrucciones parciales y reconstitución de la planta de la ciudad, acceso y circulación (Montandón 1953). Estas etapas solían tener una duración que no excedía un par de meses al año, ejecutadas entre los meses de noviembre y diciembre.

El trabajo de consolidación requirió una supervisión permanente en que Montandón operó como director de obras (CMN 1950b). Para llevar a cabo el trabajo se instaló un campamento permanente al pie de las ruinas por temporadas acotadas (Montandón 1950). Se documenta que en 1951, trabajó en el lugar un promedio de 18 operarios, organizados en 4 cuadrillas simultáneas: a) cuadrilla de despeje, b) cuadrilla de albañiles y ayudantes, c) cuadrilla de limpieza y d) cuadrilla del obraje (Montandón 1951). Las condiciones de trabajo obligaron a solicitar apoyo al ejército para el abastecimiento periódico de víveres durante la ejecución de las obras en medio del desierto en cada temporada (Montandón 1951).

Los trabajos incluyeron reconstitución de la planta general y consolidación de muros, considerando reparación de esquinas, reconstrucción de fragmentos de edificaciones parcialmente derrumbadas y rectificación de remates de jambas y dinteles (Montandón 1951). Es de interés notar que a pesar de que las reconstrucciones fueron acotadas, algunos muros íntegramente derrumbados fueron reconstruidos «juzgados necesarios para el interés del conjunto y la solidez de un sector determinado» (Montandón 1951, p.2). No obstante esto, esas reconstrucciones se eje-

Figura 3. Pukará de Lasana antes de las obras de restauración, 1949. Fuente: Roberto Montandón Paillard, Archivo Fotográfico del Consejo de Monumentos Nacionales.

cutaron sólo hasta media altura, y sobre vestigios materiales existentes, sin reconstituir íntegramente las ruinas, a excepción de una vivienda de dos pisos cuyo cielo fue restituido en mayor grado, a modo pedagógico, señalado como: «ilustrativo y documental», que permitió contemplar una de las edificaciones en su estado original (Montandón 1953, p.2). Para ejecutar esa reconstrucción parcial, se observó el cielo de un silo cercano que se conservaba intacto, y se empleó materiales y técnicas originales allí identificadas, como vigas, entramado de ramas, paja, y barro (Montandón 1953).

Es de interés notar que los registros de obra de la década de 1950' señalan que la restauración no buscó una reconstrucción total del sitio, sino más bien que se enfocó a consolidar y restituir fragmentos que permitiesen una lectura más nítida de las ruinas. Montandón (1951) señalaba en esa época: «Estábamos en presencia de una refacción dirigida hacia la consolidación de lo existente y no frente a una restauración total y formal, cuyo costo desde luego, habría sido excesivo.- Esta fórmula condujo a una discriminación «metro por metro, espacio por espacio» y obré en conformidad a ella, consolidando al máximum, conservando el carácter de ruinas, pero tratando a la vez de restituir formas y estructuras» (Montandón 1951, p.2).

Las obras ejecutadas en el pukará se enfocaron hacia la consolidación de estructuras existentes y reconstrucción acotada, «sin quitarle el carácter de ciudad abandonada» (Montandón 1953, p.2). La documentación de registro de obras registra que no se ejecutó una reconstrucción completa debido a su alto costo, y a que ese tipo de intervenciones se encontraría «fuera de las prácticas que internacionalmente se aplicaba a estas materias», considerada «inexacta» (Montandón 1953, p.2). Esta última afirmación, aunque no especificaba un documento o Carta en particular para basar una posición teórica hacia la restauración, denotaba el conocimiento que el Asesor Técnico poseía en la época, sobre criterios que se discutían sobre intervención patrimonial a nivel internacional, y que estas pioneras restauraciones en Chile incorporaron en su ejecución.

Respecto a los muros se consolidó, rectificó y completó hasta cierta altura numerosos elementos para permitir la comprensión general del asentamiento, con el objetivo de permitir la lectura de su organización arquitectónica y urbana. Se reconstituyó también una de las dos murallas perimetrales de defensa exterior, y en un tramo corto, se conservó las dos murallas paralelas originales del sitio (Montandón 1953).

La restitución de los muros se hizo generalmente media altura, sin optar por una reconstrucción total, con el objeto de dar nitidez al conjunto y definir los contornos de las habitaciones (Montandón 1953). Se empleó bloques de las edificaciones originales, hallados en el sitio, reposicionados en los muros, unidos por una mezcla de argamasa que se ejecutó con las mismas características de la materialidad original, de arcilla y guano (Montandón, 1984). Este procedi-

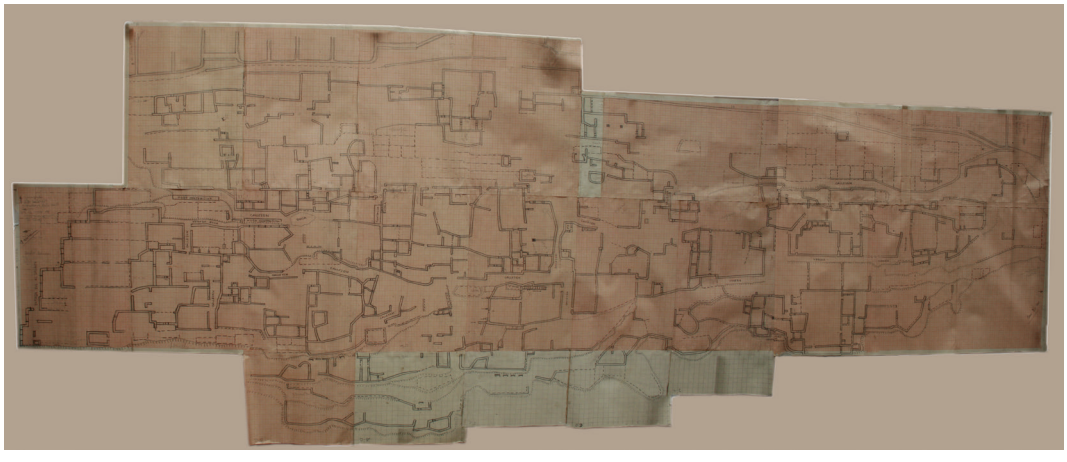


Figura 4. Plano Pukará de Lasana, elaborado durante la ejecución de obras de restauración. Fuente: Roberto Montandón Paillard, Archivo Fotográfico del Consejo de Monumentos Nacionales.

Figura 5. Pukará de Lasana, obras de restauración ejecutadas entre 1950 y 1954. Se observan los procesos de reconstrucción parcial ejecutados. Fuente: Roberto Montandón Paillard, Archivo Fotográfico del Consejo de Monumentos Nacionales.

miento comparte características de ejecución con el método de anastilosis, que fue planteado en la Carta de Atenas de 1931, para intervenir sitios arqueológicos. No obstante esto, la reconstrucción parcial de muros, no permitió reposicionar todos los bloques en su sitio original, debido a las características constructivas del pukará que no permitían identificar en específico su localización inicial.

Una acción importante fue despejar las vías de circulación interna del conjunto, para permitir las visitas del sitio (Montandón 1953). Es importante notar que el material sobrante de las reconstrucciones, se encontraba disperso en el terreno, y aunque la primera idea fue trasladarlo fuera del pukará, debido a los altos costos esta tarea quedó pendiente, y se decidió mantener los bloques en el lugar y ordenarlos en pircas (figura 9).

Figura 9. Detalle de obras de restauración del Pukará de Lasana. Se observa material restante apilado en pircas y muros reconstruidos hasta media altura. Fuente: Roberto Montandón Paillard, Archivo Fotográfico del Consejo de Monumentos Nacionales.

El levantamiento de la planta del pukará se consideró un documento indispensable para la restauración (Montandón 1953). Todo indica que el pukará fue dibujado parcialmente luego del despeje de escombros que ocultaban los muros y solo hasta donde la destrucción lo permitió (Montandón 1953). El levantamiento comprendió planos relativos a 9 cortes transversales del pukará, un perfil longitudinal y un croquis del Valle en Lasana (Montandón 1954). Es relevante notar que en 1954 se señalaba que un levantamiento completo de la planta aún debía elaborarse (Montandón 1954). Es de interés notar que el plano de proyecto existente entre la documentación ligada a estas obras, incluyó una diferenciación gráfica entre elementos derrumbados, de los cuales se tenía certeza habían existido, y elementos perdidos que no habían podido ser confirmados. La restauración del sitio contempló solamente la reconstrucción de elementos ciertos, es decir, sobre los cuales se poseía base científica para confirmar su existencia, como vestigios y bases de muros bajo tierra. En este sentido, no se reconstruyó fragmentos de edificaciones en base a hipótesis.

Método y Teoría de las Obras de Restauración en Lasana

La discusión sobre métodos y teorías de restauración arquitectónica, avanzó en Europa en el siglo XIX, desde una mirada estilística a una mirada histórico-documental (Galli 2020), estableciendo las bases para el posterior debate sobre los modos de intervenir sitios históricos durante el siglo XX. En el siglo XIX, la posición estilística de la disciplina, cercana al historicismo en arquitectura, estuvo ligada al pensamiento de Viollet-le-Duc en Francia, que proponía la reconstrucción de elementos perdidos de los monumentos en base hipótesis. El debate desde esta posición estética, avanzó hacia consideraciones ligadas a la historia, la arqueología y hacia datos científicos como base de las intervenciones, situando una renovada posición, en que el aporte italiano fue relevante. En este sentido, las propuestas de Stern y Valadier, representantes de la restauración arqueológica, habían sido desarrolladas ya desde las primeras décadas de 1800', con la restauración de monumentos antiguos en Roma, como el Coliseo y el Arco de Tito (Capitel 1988). La restauración arqueológica, buscaba consolidar ruinas a través de intervenciones que estabilizaban estructuralmente las edificaciones, agregando materiales nuevos que evidenciaban las intervenciones, estableciendo un marco de respeto hacia los monumentos originales.

El posterior desarrollo de estas ideas durante la segunda mitad del siglo XIX avanzaría en ámbito italiano, en torno al debate sobre restaurar o conservar, con el valioso aporte de Camilo Boito y su propuesta en torno a la autenticidad (Arjones 2015). En este punto, diferenciar elementos nuevos de antiguos se consolidaría como una posibilidad en la disciplina, buscando alejar las intervenciones de restauración de falsos históricos, como la restauración arqueológica había propuesto décadas antes. Boito incorporó al debate la importancia de poner en valor la estratificación histórica existente en las edificaciones, estableciendo una mirada de respeto hacia cada una de las fases constructivas presentes en las preexistencias.

En esta línea de pensamiento, hacia el siglo XX, Gustavo Giovannoni avanzaría en torno a las ideas de restauración científica, planteando una intervención basada en datos ciertos, estableciendo condiciones que permitirían reconstrucciones parciales de

mayor o menor escala, diferenciando «Monumentos Vivos» y «Monumentos Muertos», es decir, edificaciones en uso o sin uso (Giovannoni 1945). Esta teoría establecía la posibilidad de ejecutar reconstrucciones acotadas a partir de fuentes documentales para fundarlas, procediendo con una restauración histórica, o bien, analógica, en base a la observación de edificaciones de épocas y cuadros culturales similares, para fundar las decisiones proyectuales (Giovannoni 1945). La restauración científica permeó el pensamiento internacional a través de aportes a la Carta de Atenas de 1931, primera Carta Internacional de Conservación y Restauración de Monumentos Históricos. Esta Carta fue el primer documento internacional que orientaría la disciplina en diversos países en las siguientes décadas, la cual alejó la posición teórica de la restauración de falsos históricos y decisiones estilísticas, situando la discusión hacia una mirada documental, histórica y arqueológica.

En el caso de Chile, la legislación local definió tempranamente en 1925, el concepto de restauración arquitectónica, asociándolo a una mirada estética y estilística. Así, el Decreto N° 3.500 de 1925, señalaba la intervención en preexistencias como: «los trabajos de restauración, reparación i conservación que sea necesario ejecutar en los edificios i monumentos históricos i arqueolójicos para volverlos a su estilo i aspecto primitivo» *(*Decreto N° 3.500 1925). Si bien el posterior Decreto-Ley N° 651 de 1925, vigente al momento de restauración del Pukará de Lasana, no establecía una definición de restauración, la legislación de la época señalaba que en ausencia de un reglamento, era necesario remitirse al anterior Decreto N° 3.500 antes señalado. Los trabajos de restauración de la década de 1950' fueron ejecutados sin la existencia de un reglamento de intervención, por lo que se encontrarían vigentes estas ideas, ligadas a devolver los edificios a su "estilo y aspecto primitivo" (Decreto N° 3.500 1925).

Es de interés notar, que no obstante esta definición, las restauraciones ejecutadas en el Pukará de Lasana se alejaron de ideas estilísticas, ya que no buscaron, en modo alguno, volver los monumentos a su estilo y aspecto primitivo. Las intervenciones de reconstrucción parcial que se llevaron a cabo fueron acotadas, se basaron en datos ciertos materiales, como fundaciones de muros, y tuvieron el objetivo de reconstituir a media altura la configuración urbana original de la ciudad fortificada, sin llegar a una reconstrucción total.

Las obras se ejecutaron en base a vestigios materiales que confirmaron la localización de muros originales que fueron reconstruidos a media altura. Es importante señalar que se ejecutó reconstrucciones sólo en base a datos ciertos, y no a partir de hipótesis, lo que enlaza este tipo de restauración a la mirada científica presentada en la Carta de Atenas de 1931 (Correa & Poo 2024). Las obras estarían ligadas a las ideas de Giovannoni para la intervención de «Monumentos Muertos», o edificaciones sin uso activo en la sociedad, destinadas sólo a visitas y recorridos, que por lo tanto no requerían de reconstrucciones de gran escala.

La reconstrucción parcial de muros se llevó a cabo reposicionando bloques originales del pukará presentes en el sitio, para reconstruir parcialmente muros de edificaciones perdidas, con un método similar al de anastilosis, recomendado en la Carta de Atenas (Correa & Poo 2024). Los materiales a emplear en la reconstrucción fueron los mismos que constituían la argamasa original. Esta operación restituyó la planta general del pukará, y permitió restablecer la configuración original del sitio parcialmente, sin proceder a una reconstrucción completa, que para la época se declaraba fuera de las recomendaciones internacionales, y se consideraba inexacta y de un alto costo (Montandón 1953).

Sólo un fragmento de la ciudad fortificada fue reconstruido a mayor escala. Esta operación consistió en la reconstrucción íntegra del cielo de una de las viviendas del conjunto, ejecutada a modo de muestra, para ilustrar cómo habían sido originalmente estas edificaciones. Para estas obras se tomó como modelo los vestigios de una construcción vecina que conservaba sus elementos de cielo. Esta acción, ligada al método analógico en restauración, era validado por la teoría de restauración científica, para restitución de elementos perdidos en monumentos en uso. Montandón (1951) señalaba en la época que la restauración de este sitio había permitido «restituir al Pukará su planta primitiva en toda su fidelidad» (Montandón 1951, p. 2). Esta afirmación denota la atención del Asesor Técnico del Consejo de Monumentos de la época, hacia la autenticidad de la intervención en sitios históricos que fueron objeto de intervención.

Consideraciones Finales

La restauración del Pukará de Lasana constituye un hito relevante para la historia de la conservación arquitectónica en Chile, pues fue parte de las primeras obras de «refacción de monumentos históricos» ejecutadas por el Estado de Chile a mediados del siglo XX (CMN 1950a). Se trató de la primera restauración de un sitio arqueológico de gran escala de la que se tiene registro en el país, y la única restauración de un sitio prehispánico en la pionera campaña de restauraciones de monumentos de la década de 1950', primer presupuesto anual que erogó fondos estatales para la recuperación de edificaciones patrimoniales en el país.

El análisis de las obras realizadas en el Pukará de Lasana entre 1950 y 1954 permite concluir que los criterios de restauración empleados en este sitio fueron respetuosos por las preexistencias y que tuvieron en consideración la autenticidad de los monumentos originales, alineándose a ideas que en aquella época se discutían en Europa. Las ideas de restauración científica habían sido incorporadas algunas décadas a la Carta de Atenas, que se constituyó en el primer manifiesto internacional en estas materias, con lineamientos y procedimientos sugeridos para la restauración de monumentos. Esta Carta internacional fue relevante, y se constituyó como un documento referente para orientar obras en preexistencias hacia el respeto de lo construido, influyendo en la historia de la disciplina en diversos países.

Es relevante notar que obras de restauración arquitectónica ejecutadas a mediados del siglo XX en Chile, localizadas en un contexto geográfico y cultural distante en Sudamérica, hayan tenido influencia de ideas y criterios que se fundaron en Europa, estableciendo un profundo respeto hacia las preexistencias, alejando las obras de hipótesis estilísticas, y sentando las bases del posterior desarrollo de la disciplina en el país. La investigación permite concluir que los principios de restauración científica tuvieron lugar en las obras analizadas, y aunque los métodos de intervención presentaron algunas diferencias propias de la adaptación de una metodología foránea a las características constructivas y a la arquitectura local, es posible notar la influencia de estas ideas en las obras ejecutadas en el Pukará de Lasana. Estos principios, ligados al ámbito italiano, fueron relevantes e influyeron en el modo de intervención de monumentos, con un método que incluyó investigación histórica y estudios previos sobre materiales, técnicas constructivas y estado de conservación del monumento, además de criterios de intervención que limitaron las reconstrucciones de gran escala, estableciendo un método preciso que se basó en datos ciertos para ejecutar restituciones acotadas.

Agradecimientos

Proyecto ANID Fondecyt, Concurso de Iniciación, folio N° 11190017.
Agradecimientos a Erwin Brevis, Gloria Núñez, Ximena Alcavil, Adriana Sánchez, Juan Carlos Gutiérrez, José Miguel Painequeo, Juan Carlos Medina del Consejo de Monumentos Nacionales,

Lista de referencias

Arjones, Aurora. 2015. "Los Siete axiomas del Congreso de Roma (1883) a través del pensamiento crítico de Leopoldo Torres Balbás". *E-rph Revista Electrónica de Patrimonio Histórico*. 17: 66-80.

Capitel, Antón. 1988. Metamorfosis de monumentos y teorías de la restauración. Madrid: Alianza editorial.

Consejo de Monumentos Nacionales (CMN). s.f. *Documento n.º 1494*. Santiago de Chile. CL-CMN-RM-118_1494

Consejo de Monumentos Nacionales (CMN). s.f. *Documento n°1547*. s.f. Santiago de Chile. CL-CMN-RM-139_1547

Consejo de Monumentos Nacionales (CMN). 1950a. *Acta de la Sesión del Lunes 24 de Abril de 1950*. Santiago de Chile.

Consejo de Monumentos Nacionales (CMN). 1950b. *Acta de la Sesión del Lunes 6 de Noviembre de 1950*. Santiago de Chile.

Correa, María Victoria y Alberti, Liuba. 2022. "Pioneras restauraciones de monumentos históricos en Chile a mediados del siglo XX". *Revista de Arquitectura*. 27, n° 43:202-223.

Correa, María Victoria; Alberti, Liuba; Muñoz, Carlos y Poo, Luis. 2024. "Monumentos Históricos. Territorio y Memoria en Chile (1925-1954)". *Revista de Diseño Urbano y Paisaje*. 46: 22-33.

Correa, María Victoria & Poo, Luis. 2024. "The international spread of restoration concepts prior to the Venice Charter: Architectural interventions in Chile in the 1950s". *Revista RA Restauro Archeologico*, 1964-2024 La Carta di Venezia. Riflessioni teoriche e prassi operative nel progetto di restauro. 1, n° 2: 120-125.

Decreto N° 3.500 de 1925. Se nombra una comisión encargada de la vijilancia i conservación de los monumentos históricos nacionales. 19 de junio de 1925.

Decreto-Ley N° 651 de 1925. Ministerio de Defensa Nacional. 30 de octubre de 1925.

Galli, Letizia. [2016] 2020. Restauro Architettonico. Letture dai Maestri. Antologia Critica. Milán: Hoepli.

Giovannoni, Gustavo. 1945. Il restauro dei monumenti. Roma: Tipografia Editrice Italia.

Guarda, Gabriel. 1973. Discurso de recepción de don Roberto Montandón Paillard. *Boletín de la Academia Chilena de Historia*. 87: 173-180.

Ministerio de Educación Pública. Decreto N° 36, 1982. Declara Monumentos Históricos las Expresiones Urbanas y Arquitectónicas que se indican, ubicadas en la II Región de Antofagasta.

Montandón, Roberto. 1949. *Boletín Interno de Sesiones y de Trabajos* 1, 16 de noviembre. Santiago de Chile: Consejo de Monumentos Nacionales.

Montandón, Roberto. 1950. *Boletín Interno de Sesiones y de Trabajos* 3, 3 de octubre. Santiago de Chile: Consejo de Monumentos Nacionales.

Montandón, Roberto. 1951. *Boletín Interno de Sesiones y de Trabajos* 4, 4 de enero. Santiago de Chile: Consejo de Monumentos Nacionales.

Montandón, Roberto. 1953. *Boletín Interno de Sesiones y de Trabajos* 15, 20 de enero. Santiago de Chile: Consejo de Monumentos Nacionales.

Montandón, Roberto. 1954. *Boletín Interno de Sesiones y de Trabajos* 19, 8 de marzo. Santiago de Chile: Consejo de Monumentos Nacionales.

Montandón, Roberto. 1984. "El pukará de Lasana". *CA*. 37: 44-48.

Prado, Francisco y Ossio, Felipe. 2008. Evolución de los criterios de intervención utilizados en los Monumentos Nacionales de Santiago de Chile. *Revista de la Construcción.* 7, n°2: 30-46.

Servicio Nacional del Patrimonio Cultural (SERPAT). 2025. Pucará de Lasana. https://www.monumentos.gob.cl/monumentos/monumentos-historicos/pucara-de-lasana

Vergara, Alejandro. 2018. Patrimonio cultural: organización y su protección a través del sistema de evaluación de impacto ambiental. *ReDAE. Revista de Derecho Administrativo Económico*. 26: 163-186.

La historia italiana de las bóvedas tabicadas: actualización del estado del arte y nuevas perspectivas de investigación

Arianna De Angelis

Cuando se aborda el tema de las bóvedas tabicadas de matriz italiana, a menudo surge una contradicción sustancial: la amplia difusión de la técnica en gran parte del país rara vez encuentra correspondencia en investigaciones académicas igualmente extensas[1]. Con mucha más frecuencia se tiende a seguir la fragmentación impuesta por los contextos regionales para estudiar un fenómeno que, aunque difundido, encuentra en las especificidades territoriales su principal clave de análisis. Este enfoque, si bien funcional para profundizar en las variantes locales de las bóvedas tabicadas italianas, comúnmente conocidas con la denominación de bóvedas *in foglio* (o *in folio*), puede representar un límite a la hora de construir un panorama global sobre la presencia de la técnica en las culturas constructivas italianas[2].

De aquí surge el presente estudio, que nace de la necesidad de conferir integridad al conjunto de investigaciones desarrolladas hasta la fecha sobre el tema de las bóvedas tabicadas de matriz italiana, y que pretende subsanar la ausencia de una visión global sobre la cuestión, proponiendo un primer intento sistemático de interpretar las bóvedas tabicadas en Italia como un fenómeno unitario, creando la base para futuras consideraciones sobre las dinámicas que han favorecido la difusión del conocimiento técnico asociado a ellas en todo el contexto nacional.

Otro objetivo de la investigación es destacar el uso de la técnica en las prácticas constructivas del norte de Italia, con especial atención a Piamonte y Lombardía, donde se han identificado varios ejemplos de bóvedas tabicadas, algunas de ellas en prestigiosas arquitecturas nobiliarias. Estos ejemplos se presentarán en los capítulos siguientes, en el marco de una revisión actualizada que, partiendo de los casos más antiguos documentados en Sicilia, sigue con las experiencias de la Italia central —frecuentemente investigadas desde el punto de vista estructural y en relación con la peculiar sismicidad de las áreas— para concluir con un mapeo de los casos identificados en las provincias del norte de Italia.

Las bóvedas tabicadas sicilianas y la conexión directa con el mundo aragonés

Procesos de transferencia técnica: las bóvedas tabicadas en la Sicilia del primer Quattrocento

Los ejemplos más antiguos de bóvedas tabicadas en el territorio italiano se encuentran en obras sicilianas del primer Quattrocento, fruto de una arquitectura "colonial" ((Bares y Nobile 2012) promovida por comitentes catalanes que impulsaron un significativo proceso de transferencia de saberes técnicos, mano de obra y materiales, aprovechando un contexto histórico que, a partir de finales del siglo XIII, vio a la Corona de Aragón iniciar su expansión en el Mediterráneo, obteniendo en primer lugar el control de Sicilia (1282) y de Cerdeña (1324). Entre los siglos XV y XVI, con el fortalecimien-

Arianna De Angelis – Universitat Politècnica de València

Figura 1. Bóvedas tabicadas del palacio-torre Cabrera (fuente: Nobile, M.R.; Garofalo, E. 2023)

Figura 2. Bóvedas tabicadas valencianas en el Monasterio de Santo Domingo, Valencia, finales del siglo XIV – siglo XV (fuente: foto de la autora, 2023)

to de la presencia ibérica en las dos principales islas del Mediterráneo, comenzó a configurarse un panorama cultural complejo y de gran interés: la arquitectura insular italiana se convirtió en un terreno fértil para la experimentación, dando lugar a un florecimiento generalizado de nuevas obras. Forman parte de esta primera fase de adopción las bóvedas tabicadas del palacio-torre Cabrera de Pozzallo y del donjon de Butera, atribuibles a las primeras décadas del siglo XV. Un testimonio adicional se encuentra también en el claustro de Santa María del Gesù en Modica, construido en la década de 1480. Estos ejemplos son probablemente obras supervivientes de una serie mayor que se perdió debido a los terremotos que periódicamente afectaron a Sicilia a lo largo de los siglos, como el gran sismo de 1693, que impactó específicamente en el área de Modica y Pozzallo. Lo que las une no es solo el encargo de comitentes aragoneses, sino también la configuración arquitectónica y estructural, que remite estrechamente a los precedentes valencianos y catalanes: las tres son bóvedas de crucería, sostenidas por sólidas nervaduras de piedra sobre las cuales se apoyan los paños de ladrillo colocado de plano[3]. (Figura 1 y 2).

Experiencias constructivas del siglo XVIII: entre la herencia ibérica y las influencias francesas

A las experimentaciones del siglo XV siguió una larga fase de pausa. Testimonios del uso de la técnica reaparecieron en Sicilia solamente a partir de mediados del siglo XVIII, en un momento en que estas estructuras, ya conocidas en el contexto siciliano bajo la denominación de *realine in folio* para diferenciarlas de las tradicionales y más robustas bóvedas *reales* de piedra natural, comenzaron a atraer la atención de arquitectos, maestros y

comitentes debido a dos factores fundamentales: por un lado, la ligereza y la naturaleza cohesiva —es decir, "monolítica"— de la construcción, garantía de una ventajosa reducción de las fuerzas horizontales sobre los muros perimetrales y, por tanto, de resistencia sísmica; por otro, las peculiares cualidades que la técnica compartía con otros sistemas de techos ligeros, como la economía, los reducidos tiempos de construcción y la versatilidad, a las que se añadía la comprobada resistencia al fuego, destacada en múltiples tratados del siglo XVIII, que las distinguía de las bóvedas encamonadas de madera o de cañizo[4]. Particularmente influyente, en este sentido, fue la obra del francés Feliz François D'Espie, publicada en 1754: un tratado dedicado a la manera de hacer los edificios incombustibles mediante el uso de bóvedas planas de fábrica, conocidas en Francia como *voûte à la Roussillon* (Romano 2021).

En el contexto siciliano, esta fase de la historia de las bóvedas tabicadas está significativamente ligada al trabajo del arquitecto palermitano Giuseppe Venanzio Marvuglia, activo en el siglo XVIII y autor de numerosas obras con estructuras tabicadas finamente diseñadas (Fatta, Campisi y Vinci 2017).

En relación con Marvuglia, es oportuno mencionar el intercambio de opiniones que el arquitecto tuvo en 1790 con el técnico francés Léon Dufourny, residente en Palermo en aquellos años. Los temas discutidos durante el encuentro fueron transcritos por Dufourny en una carta, acompañada de notas gráficas de notable interés, de la cual se desprende claramente que la obra de Félix François D'Espie ya era conocida en el ámbito académico palermitano[5].

Además de las influencias francesas, no pueden pasarse por alto las persistentes relaciones con el ámbito ibérico. Cabe destacar, a este respecto, a Niccolò Maria Patti, experto en la construcción de bóvedas tabicadas y colaborador de Marvuglia, quien, según fuentes de la época, habría aprendido el arte de construir bóvedas en folio del maestro catalán Francisco Brú, merecedor de haber difundido en el área palermitana las competencias técnicas necesarias para la realización de este tipo de estructuras[6].

Bóvedas tabicadas entre períodos de estasis y renacimiento: la expansión hacia Campania

En las primeras décadas del siglo XIX, en Sicilia, la alternante fortuna que siempre ha marcado la historia italiana de las bóvedas tabicadas atraviesa una nueva fase de estancamiento, debido a la convicción de que las estructuras abovedadas tabicadas, realizadas con entusiasmo durante el siglo XVIII, no ofrecían la resistencia necesaria para soportar las solicitaciones sísmicas. Esta creencia comenzó a difundirse tras los terremotos que afectaron Palermo y la Sicilia occidental a comienzos del siglo XIX (1819 y 1823). Muchas consideraciones sobre los daños sufridos por las bóvedas tabicadas fueron elaboradas por el ingeniero siciliano Carlo Dolce, quien atribuyó los desperfectos a la degradación del mortero de yeso. Desde entonces, el uso de las bóvedas tabicadas fue gradualmente abandonado, con la consiguiente desaparición momentánea del sistema en las obras sicilianas, prolongándose esta situación hasta la segunda mitad del siglo XIX[7].

A las puertas de esta nueva fase de estancamiento, el maestro siciliano Salvatore Polizzi fue llamado de Palermo a Nápoles para encargarse de la realización de bóvedas tabicadas en la Reggia de Capodimonte y en el Palazzo Reale. Su intervención marcó el inicio de la difusión del sistema constructivo en el área de Campania, donde estas estructuras pasaron a ser frecuentemente denominadas bóvedas *a la siciliana*, subrayando el origen de los maestros[8].

El centro de Italia: arquitectura vernácula y religiosa

Como señala Lia Romano (2021, p.198), en los documentos de archivo relativos a las obras napolitanas del siglo XIX, junto a la denominación *bóvedas a la siciliana* aparece con frecuencia el término *volterraneas*. Se trata de un dato relevante, útil para demostrar que los técnicos napolitanos del siglo XIX estaban al tanto de usos contemporáneos y previos de la técnica en otros contextos regionales, además del siciliano, como los de Abruzzo y Molise, así como los de Toscana y Umbría, donde las bóvedas tabicadas eran más comúnmente conocidas con el nombre de *volterraneas*. Ya en el siglo XVIII, de hecho, la técnica se hallaba ampliamente difundida en las regiones mencionadas, con una presencia atribuible al trabajo realizado por maestros procedentes del norte de Italia y del Tesino (Grimoldi y Landi 2012).

Sin embargo, las experiencias de aplicación de la técnica en el centro de Italia, si bien bien documenta-

Figura 3. Vista del extradós de una bóveda tabicada con tabiques en el Palazzo de Larderel, actual sede del Tribunal Civil de Livorno, Toscana, siglo XIX (fuente: Ing. Braian Ietto, *Ingegneria e dintorni – Studio*)

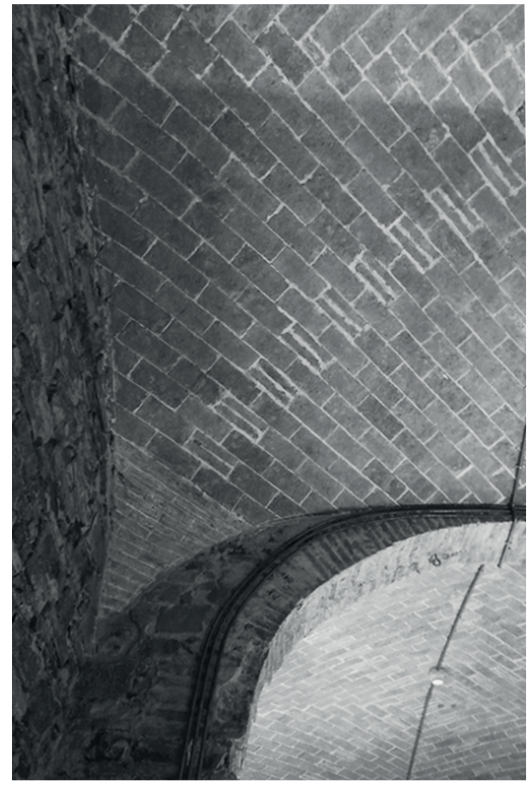


Figura 4. Bóvedas tabicadas toscanas (Florencia): Nótese el detalle del aparejo del ladrillo colocado de plano en la diagonal de la bóveda (fuente: foto de la autora, 2019)

das y estudiadas en el plano estructural, resultan aún parcialmente aisladas respecto al panorama nacional. Un estudio detallado de la movilidad de las maestranzas podría proporcionar elementos adicionales que permitan vincularlas con el conjunto de manifestaciones presentes en el territorio italiano. En tal sentido, se presenta, a título de ejemplo, el caso del arquitecto Paolo Soratini, fraile converso camaldulense, nacido en Brescia y de formación lombarda, protagonista de importantes obras religiosas y civiles de inicios del siglo XVIII en el área de Foligno (Umbría). En el marco de su labor demostró conocimiento y familiaridad con el sistema de las bóvedas tabicadas, que propuso tanto para el proyecto de la nueva cubierta de la iglesia de San Giacomo en Foligno como para la reconstrucción de la iglesia de San Apolinario en Rávena[9]. Esto refuerza lo previamente señalado acerca de las influencias ejercidas por las maestranzas del Tesino y del norte de Italia en las regiones centrales, poniendo de manifiesto el papel fundamental que podrían haber desempeñado en la difusión de la técnica.

En comparación con otras variantes del sistema en Italia, el uso de la técnica en el centro de Italia parece asumir con mayor claridad los rasgos de una tradición constructiva local, más orientada a la arquitectura vernácula que a la noble, aunque existen numerosos ejemplos también en edificios eclesiásticos menores. No obstante, especialmente en la región de Toscana, las estructuras tabicadas son prueba de una refinada maestría constructiva: no es raro que en el extradoso se encuentren arcos de refuerzo, tirantes, contrabóvedas de aligeramiento y rellenos, combinados de manera calibrada para dar lugar a una super-

estructura perfectamente ejecutada, capaz de garantizar soporte y durabilidad (figura 3).

Para asegurar un perfecto amarre entre los arcos de refuerzo y la bóveda, se empleaban a menudo ladrillos colocados de soga, visibles también en el intradós, generando un detalle distintivo que caracteriza estas estructuras y facilita su reconocimiento (figura 4).

El norte de Italia: la técnica entre Lombardía y Piamonte

En las regiones del norte de Italia, la difusión de las bóvedas tabicadas podría atribuirse, en cambio, a una coyuntura histórica particular que se desarrolló entre los siglos XVI y XVIII, caracterizada por el consolidamiento de un interés significativo por las estructuras abovedadas de fabrica, a menudo preferidas por comitentes y arquitectos frente a los más tradicionales techos de madera (Grimoldi y Landi 2012; Attico et al. 2019). A partir de mediados del siglo XVI, de hecho, el aumento de los costos relacionados con el uso de la madera —cada vez más difícil de conseguir y trabajar (Wendland, 2008, citado en Attico et al. 2019) — determinó la necesidad de limitar su empleo, tanto en la fase de obra como en el diseño de los techos[10].

Consideradas más refinadas, más duraderas, más rápidas de ejecutar e ignífugas, las bóvedas de ladrillo se difundieron con éxito en las obras del norte de Italia, favorecidas también por el fuerte impulso procedente de los estudios de estereotomía desarrollados en Francia, así como por la tratadística del siglo XVIII, que ya empezaba a incluir referencias directas a la tipología más específica de las bóvedas tabicadas (Grimoldi y Landi 2012).

En relación con el contexto italiano, cabe mencionar, a este respecto, la labor realizada por Guarino Guarini, arquitecto y teórico de la arquitectura, cuyo tratado *Architettura Civile*, publicado póstumamente en 1737, ejerció una notable influencia sobre la praxis constructiva de la época. En el capítulo dedicado a las *bóvedas planas*, realiza un repaso de las razones por las que las bóvedas de ladrillo deben preferirse a los techos de madera, enumerando cualidades como la durabilidad, el rendimiento estético y la funcionalidad (Guarini 1737).

Cabe precisar, sin embargo, que según la terminología adoptada por Guarini, la categoría de las *bóvedas planas* debe entenderse en un sentido general, es decir, incluyendo en esta definición cualquier bóveda de fábrica con flecha reducida (Jean 1996). Aunque no menciona de manera explícita la tipología de las bóvedas tabicadas, es plausible que estuviera al tanto de ellas, ya que en el siglo XVIII se encontraban ampliamente difundidas tanto en Italia como en Francia y, aun antes, en la península ibérica[11].

Figura 5. Detalle del extradós de la bóveda en el Palacio Pallavicino-Ariguzzi de Cremona, donde se aprecia el aparejo de ladrillo colocado de plano (fuente: Grimoldi, A.; Landi, A. G. 2012)

De hecho, uno de los ejemplos más antiguos documentados hasta la fecha de bóveda tabicada en el contexto del norte de Italia puede encontrarse en el Palacio Pallavicino-Ariguzzi, en Cremona, construido en el siglo XV pero posteriormente objeto de modificaciones. La bóveda cubre un espacio anexo al palacio en 1671, tras el traspaso de propiedad de la familia Pallavicino al marqués Ariguzzi. La estructura, que a primera vista parece una bóveda de pabellón, deriva en realidad de la unión de cuatro semiconos, realizados con ladrillos colocados de plano (Grimoldi y Landi 2012; Stanga 2021b). (figura 5).

Técnicas mixtas: bóvedas de ladrillo de Cremona

Las bóvedas de fábrica realizadas en el norte de Italia, entre los siglos XVI y XVIII, presentan con frecuencia geometrías complejas, resultado de la recepción y elaboración de los avanzados estudios de estereotomía procedentes de Francia. La variedad tipológica que las caracteriza es fruto del empleo de distintas técnicas constructivas y *aparejos* que colaboran en dar forma al proyecto de la bóveda (Brumana et al. 2017). Entre

ellas se incluye también el sistema del ladrillo colocado de plano, utilizado a menudo en las partes superiores de las bóvedas para garantizar la reducción de los espesores y, por lo tanto, una mayor ligereza. Esta técnica, además, ofrecía una notable ventaja económica: al tratarse de un sistema *sin cimbra*, eliminaba de hecho la necesidad de construir imponentes estructuras provisionales de madera, lo que permitía reducir tanto los tiempos como los costes de obra.

Ejemplos de bóvedas de ladrillo realizadas mediante técnicas *mixtas* se encuentran en numerosas obras de Cremona, entre ellas el Palazzo Soldi, documentado por primera vez a finales del siglo XVI[12]. La galería del piso noble está cubierta por una bóveda, actualmente oculta a la vista por un falso techo, que inspecciones en el extradoso han confirmado que fue realizada empleando ladrillos colocados de plano en la sección central y superior de la bóveda y de soga en las secciones restantes, es decir, en las esquinas de la estructura. A partir de ahí, el empleo de ladrillos por hojas da lugar a semiconos que se encuentran en los ejes de los lados cortos con una disposición en espina de pez y se extienden hasta los ejes de los lados largos, delimitando así la porción central de la bóveda.

También en Cremona se encuentra el uso de la técnica del ladrillo colocado de plano en una prestigiosa bóveda de pañuelo del Palazzo Cattaneo, reformado según el proyecto del arquitecto Faustino Rodi, a quien el marqués Antonio Cattaneo encargó la obra en 1788. La estructura, ubicada en la Sala de Diana, en el piso noble del palacio, consta de una bóveda principal de pañuelo, girada a 45 grados, que se conecta con el perfil de la sala mediante pequeñas bóvedas angulares con óculo central, realizadas con la misma técnica del ladrillo colocado de plano (Stanga 2021b).

En el Palazzo Magio-Grasselli se encuentra otro testimonio de cómo esta técnica fue un recurso conocido y frecuentemente empleado en las obras lombardas del siglo XVIII, especialmente útil para resolver con relativa facilidad los puntos delicados de bóvedas de configuración articulada. El edificio, también situado en Cremona y fechado en 1750, alberga una bóveda con arcos fajones. Estos últimos definen el esquema portante de la estructura y están compuestos por ladrillos colocados de soga, dispuestos en hiladas paralelas; Las porciones laterales, correspondientes a los riñones de la bóveda, están formadas principalmente por ladrillos colocados de plano, excepto en los puntos donde los arcos se amarran a la bóveda para luego conectarse al perímetro de la sala: aquí, los ladrillos colocados de plano se alternan con ladrillos colocados a soga; en la clave, es decir, en la sección central de la bóveda, los ladrillos están enteramente colocados de plano, siguiendo una disposición paralela a la de los riñones (Brumana et al. 2017).

Bóvedas tabicadas y barroco piamontés

En cuanto a la región piamontesa, un aspecto interesante para profundizar sería la posible correlación entre la técnica de las bóvedas tabicadas y la tendencia arquitectónica, típica del barroco piamontés, a privilegiar estructuras ligeras, permeables a la luz y sin interrupciones marcadas. Esta poética, desarrollada de manera magistral por figuras eminentes como

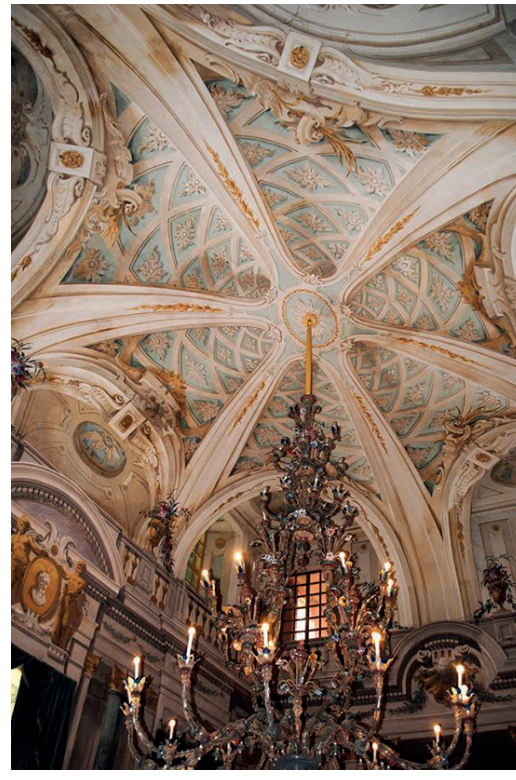


Figura 6. Intradós de la bóveda planteriana en el Castillo de Piea d'Asti, siglo XVIII (fuente: foto de archivo del Castillo de Piea d'Asti)

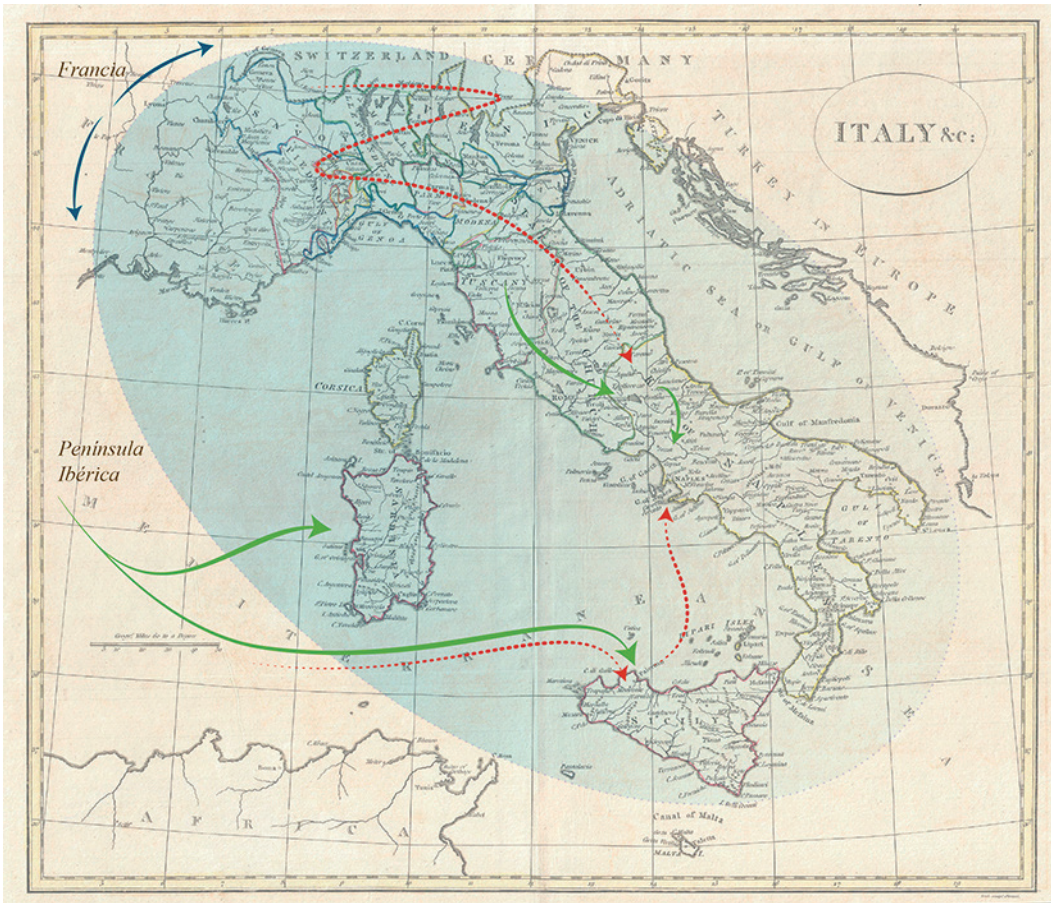


Figura 7. Esquema resumido de las líneas de difusión y de las influencias que han guiado la propagación de las bóvedas tabicadas en el contexto italiano. Las influencias culturales se representan mediante flechas de línea continua; la circulación de los maestros, mediante flechas de línea discontinua; y el área sombreada indica la influencia francesa (fuente: elaboración de la autora)

Guarino Guarini, Filippo Juvarra y Bernardo Vittone, dio lugar a obras emblemáticas, sobre todo en el ámbito de la arquitectura religiosa, caracterizadas por cubiertas abovedadas notables (Piccoli 2001).

En este contexto se inserta la figura de Gian Giacomo Plantery, arquitecto piamontés cuya impronta estilística se manifestó a través del uso de bóvedas de fábrica de notable complejidad, caracterizadas por un intenso efecto escenográfico, conocidas justamente como *bóvedas planterianas*. Los estudios realizados hasta ahora sobre este tipo de estructuras han evidenciado características como la ligereza y el espesor reducido, que podrían indicar posibles puntos de contacto con la técnica de las bóvedas tabicadas. Según lo ya analizado, la mayoría de las bóvedas planterianas, aunque delgadas, estarían realizadas con ladrillos colocados de soga, si bien se han identificado casos en los que la estructura se obtiene efectivamente mediante la técnica de las bóvedas tabicadas (Piccoli 1999).

Una evidencia de bóveda tabicada-planteriana se encuentra en el Castillo de Piea d'Asti, donde es posible admirar una bóveda de pabellón ricamente decorada, fechable en torno a 1762, que en el extradós muestra un sistema de nervaduras transversales y longitudinales de ladrillos colocados de soga, que dan soporte estructural a un aparejo de ladrillos colocados de plano (Piccoli 1999). (Figura 6).

Además del ejemplo recién citado, la región piamontesa conserva una riquísima variedad de bóvedas tabicadas, menos conocidas ya que están principalmente vinculadas a contextos edilicios civiles o rurales. Una amplia concentración de estas estructuras se encuentra en el área del Monferrato, en particular entre Asti, Acqui Terme, Nizza Monferrato y Alejandría, como testimonio de lo que probablemente fue una tradición constructiva local consolidada. Un primer análisis permite situar algunas de estas bóvedas hacia mediados del siglo XIX, en una época postindustrial en la que la economía de los materiales y de la técnica podría haber favorecido su difusión y determinado su éxito.

Consideraciones finales

En conclusión, lo expuesto confirma cómo la amplia difusión de las bóvedas tabicadas en gran parte del territorio italiano siguió una compleja red de interacciones culturales y técnicas (figura 7).

Una primera línea de propagación se identifica en Sicilia, bajo las influencias ibéricas del dominio aragonés, desde donde asciende hacia Nápoles, en un contexto probablemente ya influenciado por la cultura de las regiones centrales de Italia, como lo evidencia la difusión entre los técnicos napolitanos de la terminología *volterranea*. Por otro lado, desde el norte parece emerger un segundo flujo de transmisión, vinculado al traslado de maestros lombardos y del Tesino hacia el centro, especialmente hacia Abruzzo y Umbría. Precisamente en Lombardía se encuentran diversas evidencias del uso de la técnica, que el presente estudio ha señalado mediante un primer intento de cartografía, abordando un tema aún poco investigado de la historia constructiva italiana. Un último núcleo de desarrollo se encuentra en Piamonte, donde la difusión de las bóvedas tabicadas podría entrelazarse con algunas corrientes de la arquitectura barroca y con las influencias francesas, particularmente fuertes en esta zona fronteriza, hipótesis que requieren de un análisis más detallado. De manera similar, permanece abierta la cuestión relativa al papel de los maestros –itinerantes o locales– en la transmisión de competencias entre el norte y el centro de Italia. Estos aspectos serán objeto de una investigación más amplia, ya en curso, que tiene como objetivo profundizar en el conocimiento sobre la difusión y el uso de la técnica en el contexto italiano, contribuyendo a la construcción de una auténtica *historia italiana* de esta tipología.

Notas

1. Por “bóvedas tabicadas de matriz italiana” se entienden bóvedas de fábrica, realizadas con ladrillos colocados de plano y unidos con morteros a base de cal y yeso, construidas en Italia por maestros locales o extranjeros.
2. La denominación “bóveda *in foglio* (o *en folio*)” es la más comúnmente adoptada en el contexto italiano. Existen, sin embargo, numerosas variantes terminológicas, cada una vinculada a ámbitos regionales específicos, a menudo aludiendo a los orígenes o rutas de intercambio que favorecieron la difusión de la técnica en el Mediterráneo. Entre las más conocidas se recuerdan: volterráneas (de Volterra, Toscana), bóvedas francesas (en Roma y alrededores), bóvedas sicilianas (en Campania), realine en folio (en Sicilia), así como bóvedas catalanas, bóvedas planas y bóvedas de cuarto (denominaciones comunes en todo el territorio italiano).
3. Para un mayor análisis de los ejemplos medievales de bóvedas tabicadas en la región siciliana, se recomienda consultar Bares y Nobile (2012). Este párrafo se basa en el análisis de los autores, de cuyo texto se han extraído los ejemplos mencionados: Pozzallo, Butera y Modica (p. 123-124).
4. Hasta la fecha, no existen datos suficientes para afirmar si esta reactivación fue resultado de la sedimentación en las costumbres constructivas regionales de la técnica introducida en el siglo XV por maestros ibéricos, o si estuvo ligada a un nuevo proceso de experimentación, independiente de las experiencias cuatroscentistas (Bares y Nobile 2012); sobre las relaciones entre la técnica de las bóvedas tabicadas y la cuestión sísmica, mirar Fatta, Campisi y Vinci (2017); para un análisis mas detallada sobre las razones del éxito de las bóvedas tabicadas en la Sicilia del siglo XVIII, mirar Fatta, Campisi y Vinci (2016, p.111).
5. El tema del encuentro entre Dufourny y Marvuglia se analiza en Bares & Nobile (2012, p. 125), Fatta, Campisi y Vinci (2016, p. 111) y Romano (2021, pp. 196–197).
6. Investigaciones muy recientes (Di Maggio et al. 2024) han destacado el singular caso de Partinico, pequeño pueblo de la provincia de Palermo, lugar de origen de Niccolò Patti, donde están ampliamente difundidas bóvedas tabicadas del siglo XVIII; para información adicional sobre Francisco Brù, mirar Fatta, Calogero y Vinci (2016, p.122).
7. Para profundizar en la desaparición del sistema en la Sicilia del siglo XIX, véase Fatta, Campisi y Vinci

(2016, p. 122), donde también se incluyen referencias sobre la figura de Carlo Dolce.

8. Un análisis exhaustivo sobre Salvatore Polizzi y la presencia de la técnica en el área de Campania se encuentra en Romano (2021).
9. Para una descripción más detallada de la obra de Soratini, mirar Sturm (2021).
10. Un ejemplo concreto de esta tendencia se encuentra en los testimonios relativos a las obras de reestructuración del Palazzo Comunale de Cremona. En 1785, el arquitecto Faustino Rodi recibió el encargo de proyectar el techo de la sala que alberga la Escalera del Palacio. De acuerdo con los comitentes, se decidió sustituir los antiguos techos de madera por bóvedas rebajadas de fábrica, más económicas y duraderas (Jean 1996).
11. La hipótesis de que Guarini conociera las bóvedas tabicadas es una teoría que requiere mayor estudio. Fue propuesta por Jean (1996, p.246), quien sostiene que Guarini conocía modelos españoles y franceses de bóvedas tabicadas, así como las más familiares volterráneas toscanas.
12. Para una panorámica sobre la difusión de bóvedas de fábrica en el norte de Italia, mirar Stanga (2021b), a quien agradezco por haberme señalado los casos de bóvedas tabicadas en Cremona.

Lista de referencias

Attico, D.; Turrina, A.; Banfi, F.; Grimoldi, A.; Landi, A. G.; Condoleo, P.; Brumana, R. 2019. *The HBIM analysis of the geometry to understand the constructive technique: the use of the trompe volume in a brick vault.* En *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences,* Volume XLII-2/W11, GEORES 2019 – 2nd International Conference of Geomatics and Restoration, 8–10 May 2019, Milan, Italy.

Bares, M.; Nobile, M. R. 2012. *Volte tabicadas nelle grandi isole del Mediterraneo: Sicilia e Sardegna (XV-XVIII secolo).* En Zaragozá A.; Solet R.; Marìn R., coord., *Construyendo Bóvedas Tabicadas. Actas del Simposio Internacional sobre Bóvedas Tabicadas (Valencia, 26–28 maggio 2011),* 119–132. Valencia.

Brumana, R.; Condoleo, P.; Grimoldi, A.; Landi, A. G. 2017. *Shape and construction of brick vaults. Criteria, methods and tools for a possible catalogue.* En *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences,* Volume XLII-5/W1, Geomatics & Restoration – Conservation of Cultural Heritage in the Digital Era, 22–24 May 2017, Florence, Italy.

Di Maggio, S.; Di Maggio, C.; Corrao, R.; Vinci, C. 2024. *Volte realine. Interventi di recupero e manutenzione.* En Cardaci A.; Picchio F.; Versaci A., coord., *ReUSO 2024: documentazione, restauro e rigenerazione sostenibile del patrimonio costruito,* 1262–1271. Alghero: Publica.

Fatta, G.; Campisi, T.; Vinci, C. 2016. *Timbrel vaults in Sicily: analysis of a little-known construction technique.* En *Construction History,* 31 (2): 107–132.

Fatta, G.; Campisi, T.; Vinci, C. 2017. *Timbrel vaults in Sicily. Constructive techniques and intervention methodologies.* En *TEMA: Technologies Engineering Materials Architecture,* Vol. 3, No. 2.

Frattaruolo, M. R. 2000. *Las bóvedas in folio: tradición y continuidad.* En Graciani, A.; Huerta, S.; Rabasa, E.; Tabales, M., coord., *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción,* Sevilla, 26–28 de octubre de 2000. Madrid: I. Juan de Herrera, SEdHC, U. Sevilla, Junta de Andalucía, COAAT Granada, CEHOPU.

Grimoldi, A.; Landi, A. G. 2012. *The spread of the XVII century vaults in Cremona. The case-study of Magio-Grasselli Palace.* Proceedings of 8th International Conference on Structural Analysis of Historical Construction, 1136 –1144.

Guarini G. 1737. Architettura Civile. Torino, Mairesse

Jean G. 1996. *Un progetto di Faustino Rodi per il palazzo Comunale di Cremona: la volta della scalinata*. En *Bollettino storico cremonese*, 239 – 248.

Nunziata, A.; Bianchini, N.; Serpe, E.; D'Andrea, M. 2017. *Le volte in foglio e il sisma: Analisi delle chiese nell'area Umbro-Marchigiana.* IV Convegno di Ingegneria Forense, VII Convegno sui crolli, affidabilità strutturale, consolidamento, Politecnico di Milano, 14–16 settembre 2017.

Nobile, M.R.; Garofalo, E. 2023. *Dall'influenza al déplacement. L'architettura nella Sicilia "aragonese": note su un secolo di storiografia*. En *P+C: proyecto y ciudad: revista de temas de arquitectura*, Nº 14, 57–66.

Piccoli, Edoardo. 1999. *Strutture voltate composte nell'architettura civile piemontese del XVIII secolo: le volte 'planteriane'.* En *Palladio,* 23: 87–100.

Piccoli, Edoardo. 2001. *Le strutture voltate nell'architettura civile a Torino, 1660-1720.* En Dardanello Giuseppe, coord., *Sperimentare l'architettura: Guarini, Juvarra, Alfieri, Borra e Vittone,* 38–96. Torino: Fondazione CRT.

Romano, Lia. 2021. *Volte leggere. Saperi e magisteri costruttivi tra Napoli e l'Europa.* Firenze: Nardini.

Stanga, Chiara. 2021a. *Criteria and tools to catalogue brick-masonry vaults. The GIS database of frame, a fasce and planterian vaults between the 16th and the 18th century in northern Italy.* Proceedings of the joint international event 9th ARQUEOLÓGICA 2.0 & 3rd GEORES, Valencia, 26–28 April 2021.

Stanga, Chiara. 2021b. *Storia e geografia della volta in laterizio nell'Età Moderna nel Nord Italia. Pratiche costruttive delle volte a padiglione tra XVI e XVIII secolo.*

Tesis doctoral, director Grimoldi A.; codirector Landi A. G., Politecnico di Milano.

Sturm, S. 2021. *Lombardi a Foligno: contaminazioni tecniche e culturali. Il contributo del frate-architetto Paolo Soratini*. En *Bollettino storico della città di Foligno, 2020-2021*, 429–449.

Varagnoli, C.; Serafini, L.; Pezzi, A.; Zullo, E. 2007. *Arte y cultura de la construcción histórica del Abruzzo 2: las estructuras orizontales.* En Arenillas, M. C.; Segura, C.; Bueno, F.; Huerta, S., coord., *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (Burgos, 7–9 de junio de 2007), 925–934. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Varagnoli, C. 2009. *Tecniche costruttive tradizionali e terremoto.* En *Ricerche di storia dell'arte,* fasc. 3, septiembre–diciembre 2009: 65–76.

Antemural de las Indias: obras de reparo de las estructuras estratégicas militares en Manila, siglo XVIII

Eder Antonio de Jesús Gallegos Ruiz

¡Siniestro! El incendio de los Reales Almacenes de Manila de 1733

En Filipinas existió un espacio importante para el pulso económico de las islas y para el poder marítimo de la monarquía hispánica en Asía, se trataba de los Reales Almacenes de Manila. Una estructura cerca del rio Pasíg reedificada desde fines de la administración de don Domingo de Zabálburu (1701-1709) ubicada en intramuros entre la Herrería real y los cuarteles de infantería. Se usó como sitio de descarga de los más valiosos géneros comerciales relacionados con la carrera de Acapulco (como la plata o paños) y abastos «de boca y guerra» tales como el hierro, trigo, arroz, vinos ibéricos, aceite de oliva o metales para la fundición. Asimismo, sus bodegas almacenaban los instrumentales para los viajes marítimos a Nueva España como velamen, mosquetería, jarcia, cañones o anclas.

Las obras de reedificación de los Almacenes reales se retrasaron durante las siguientes gubernaturas a pesar de contar con la mano de obra de los soldados pampangos. Ante todo, continuó siendo un espacio, adjunto a un muelle, estratégico de primer orden a lo largo de la contingencia bélica mahometana detonada en la segunda década. Hacia los 1730´s se utilizaba también como sede de una panadería para abastecer de bizcocho al galeón y como emplazamiento auxiliar (armería temporal) para efectuar los reparos a las armas de fuego «de chispa y cuerda» ante la incapacidad en la producción local y los retrasos transoceánicos en la solicitud al Consejo de Indias para remitir armamentos de la península ibérica.[1]

Pero como si no fuera suficiente, a este escenario de precariedad técnica debió sumarse un fatídico siniestro que puso en jaque la defensa simultánea de los presidios del sur y la regularidad en las operaciones del galeón a Nueva España. Alrededor de la 2 de la tarde del 18 de junio de 1733 un incendió devoró los Reales Almacenes de Manila hasta sus cimientos. La volatilidad del fuego se debió a que por entonces sus cinco bodegas comunicaban con reservas de salitre, azufre, brea y aceite. Las llamas fueron tan potentes que consumieron todos los géneros almacenados y «solo se reservaron por su calidad los metales de fierro, de bronce, estaño, plomo, pertrechos y herramientas de esta especie (aunque padecieron el menoscabo que les purifica el fuego)».[2]

Esto no podría ocurrir en momento más acuciante, urgían abastos de «boca y guerra», pues eran las postrimerías de la campaña militar a la isla de Mindanao en apoyo a Tamontaca y tiempos de crisis diplomática con los neerlandeses de Java tras el apresamiento de un barco propiedad de la VOC. En el horizonte podría esperarse una respuesta bélica intensa de los sultanatos enemigos en posible alianza con las fuerzas coloniales de los Países Bajos.

A su vez la presencia hispana en Filipinas dependía de la conexión transpacífica con Acapulco (comercial como de auxilios o situados) y los Reales Almacenes eran un eslabón tan ígneo como impres-

Eder Antonio de Jesús Gallegos Ruiz – Universidad Cristóbal Colon / Universidad Pablo de Olavide

Figura 1. Detalle de los Reales Almacenes en plano Juan de Ciscara, c. 1714 (Fuente: AGI, MP-FILIPINAS, 19BIS.)

cindible en la larguísima cadena de intercambios, intereses y privilegios intercontinentales. No era posible carecer de esta arquitectura del poder y era irrenunciable esta actividad de redistribución para una sociedad que vivía de anhelos y esperanzas mar adentro. En palabras del gobernador, los Almacenes Reales «se necesitan para establecer regla fija a su comercio con la Nueva España».[3]

¿Acaso se habría de esperar una solución desde la corona? Años habían pasado desde la solicitud de armamentos a través de las autoridades en Sevilla y no se veía una solución real en el horizonte inmediato. Si se quería un resultado acuciante este surgiría desde los actores locales. Al siguiente día del incendio, 19 de junio, el gobernador Fernando Valdés y Tamón convocó en junta abierta de emergencia a los miembros del cabildo de la ciudad para clarificar que acción tomar pues el incidente afectaba a todos los cuerpos (militares, comerciales y religiosos) y la respuesta fue «por uniformidad de botos [sic]», un donativo de 30 mil pesos por parte de los notables vecinos de la urbe.[4]

El testimonio de este considerable donativo lo ofreció el presente Almirante Don Juan Manuel de la Barreda, Regidor y Procurador General de la ciudad de Manila. Así la respuesta vino desde la misma «Novilisima Ciudad» pues pendía su enlace oceánico al tiempo que con la donación demostraban ser buenos vecinos católicos y leales ante el monarca.[5]

El mismo Valdés y Tamón escribiría una carta a Felipe V el 17 de julio elogiando a los vasallos donantes listados pues estos «se han esmerado a servir y apromptar» a la monarquía con sus propios recursos, «quitándolo gustoso de sus propios caudales». El gobernador aprovechó para exponer la situación de las Cajas Reales y reconocer que eran incapaces de sufragar los gastos de la reconstrucción en tiempos de contingencia y mientras se estaban preparando dos pataches para el comercio con Acapulco. En estas circunstancias no se podía ahorrar en encarecimientos: « . . . su lealtad y amor a V.M que tanto han manifestado en esta y semejantes ocurrencias, a fin solo de que en estos dilatados dominios se mantenga el copioso número de sus cristiandades y el soberano nombre de V.M».[6]

La reedificación de los Almacenes Reales comenzó lo antes posible pero sus labores se prolongaron durante varios años bajo la dirección del ingeniero militar Thomas de Castro y el cabo de obras don Julio de Miranda.[7] En una primera etapa constructiva los empleados fueron ocho soldados de infantería pampanga de la guarnición de Cavite, quienes debido a su experiencia en maestranza naval aserraron maderas *molave* que llegaban a través del rio Pasig. Por este trabajo a cada uno se le pagó un socorro de 20 reales al mes por un lapso de dos años. En una segunda etapa, entre marzo de 1735 y febrero de 1737 se emplearon 50 soldados pampangos y otros 20 trabajadores naturales (fajinantes y peones de obra) en las arduas tareas de carpintería y cantería para la erección de las bodegas, con un gasto total de 2670 pesos. Sin contar seis piedras de amolar adquiridas para afilar las herramientas y también múltiples cerrojos, chapas, llaves y candados «de Castilla», para las puertas.[8]

Mundos del trabajo aparte, lo cierto es que la violencia del incendio de junio 1733 levantó sospechas. Internamente las llamas podrían haber borrado presuntas pruebas de malos manejos en los cargamentos del galeón, externamente podría tratarse incluso de un atentado a un punto estratégico de la presencia hispana en las islas. Por tanto, no extraña que el monarca, mediante su Consejo de Indias presidido por Juan Ventura de Maturana, comisionara desde el 28 de noviembre de 1734 a un oidor para investigar si existió un culpable pues consideraban plausible la intencionalidad del siniestro:

> . . . expresando también que para la averiguación de los sujetos que pudiesen resultar culpables en dicho incendio, havíais dado comisión a un oydor de esa mi Audiencia, como constaría de los referidos testimonios que remitían haviendose visto en mi Consejo de las Indias con lo que dijo mi fiscal . . . Por mandado del Rey nuestro señor.[9]

Si bien, por despacho del 24 de septiembre de 1736 se concluyó tajantemente que la quema de los Almacenes Reales de Manila fue «casual» y sin culpables.[10] En definitiva lo que si prosiguió fue la labor constructiva hasta el ocaso de la gubernatura de Valdés y Tamón, ascendiendo los gastos a 11 940 pesos (más 6 tomines y 5 granos) a la fecha de su terminación con «firmeza, estabilidad, disposición y capacidad» un 17 de marzo de 1739.[11]

Con esta suma se reedificaron todas las bodegas para víveres «de boca y guerra», municiones y efectos que pagan de tributo las provincias. También se hizo una «puertecilla de madera» en el muelle de los nuevos Almacenes Reales «para carga y descarga de las embarcaciones de su Magestad» por el río Pasig, se reconstruyó la anexa panadería del bizcocho marinero para el galeón y la importantísima armería ya que durante seis años la reparación de las armas de fuego se había concentrado en la sobrecargada real fundición.[12]

El donativo de 30 mil pesos resultó ser mucho mayor de los caudales utilizados en las obras de los Almacenes y quedó guarecido en Cajas Reales. Posteriormente, una parte importante de los recursos sobrantes (11 845 pesos, 6 tomines y 6 granos) fueron utilizados tres años después para la adquisición de pertrechos defensivos y géneros para una navegación del galeón más segura a Acapulco (en plena Guerra del Asiento contra los británicos) y el resto de la donación fue resguardada por el sucesor gobernador velando su «uso correcto».[13] Caudales pecuniarios aparte, es claro que la figura del donativo hispánico fue generalmente un mecanismo vecinal que contribuyó muchas veces al apoyo defensivo de geografías distantes imbricadas en las políticas imperiales. Pero en el caso del incendio de los Almacenes Reales de Manila en 1733 muestra lo muestra como un instrumento de consenso desde lo local, desde una ciudad centro de una periferia global (De Nardi 2018).

NOMBRE	ACTIVIDAD / CARGO O TÍTULO
Domingo Antonio de Otero Bermúdez	Comerciante y militar, alcalde ordinario y regidor, alférez real.
Joseph Beltrán de Salazar	Comerciante, diputado del comercio
Juan Bautista de Yriarte	Comerciante, maestre de marina
Pedro González de Rivero	Comerciante, caballero de la orden de Santiago, marqués de Montecastro y Llanahermosa
Francisco Carriedo y Peredo	Comerciante y militar, general del galeón de Manila
Bernardo de Illumbe	Comerciante y militar, sargento mayor, teniente de alcalde de Calamianes, alcalde mayor del Parían de los sangleyes
Joseph Pestaño de la Cueva	Comerciante, oficial real de Hacienda
Diego Ignacio de Zamudio	Comerciante
Juan Manuel de Barreda	Comerciante, regidor de Manila
Joseph Antonio de Bermúdez Sotomayor	Comerciante
Antonio Cervino	Comerciante
Manuel Gómez de Bustamante	Comerciante y militar, general del galeón de Manila
Gaspar Carlos Andrade Villapol	Comerciante
Agustín García de Seares	Comerciante
Antonio González de Quijano	Militar, capitán del presidio de Cagayán
Francisco Irizarri	Comerciante

Tabla 1. Relación de donantes para los nuevos Almacenes Reales, 1733. (Fuente: AGI, FILIPINAS, 188, N.9, ff.21-26.)

Reparos a la artillería en las obras reales de Manila

Antes se han señalado las reparaciones que el reformista gobernador asturiano ordenó a las fortificaciones e instalaciones estratégicas durante sus primeros años. Tras los inciertos resultados de las campañas punitivas en Mindanao, a mediados de 1736 Fernando de Valdés expresó que si «los medios y fondos de la Real Caja hubiesen permitido mayores gastos» él los hubiera concluido lo antes posible. Ciertamente, desde la segunda década del siglo se sufrió un periodo caracterizado por la fragilidad en la hacienda filipina al que debe agregarse la disminución en la capacidad para encarar los gastos defensivos a los presidios atacados, la erección de variadas armadillas desde Cavite a las fronteras asediadas representó también un gasto continuo y, donativos aparte, a esto deben sumarse las incomodidades económicas producto del incendio de los Almacenes Reales de Manila (Alonso 2012, 55).

Continuamente el gobernador de Filipinas reiteró en correspondencia al monarca que las Cajas Reales no contaban con los medios para solventar los gastos de todos los reparos necesarios y urgía las ayudas novohispanas. De hecho, se advirtió al ingeniero militar de la plaza, capitán Thomas de Castro y Andrade, que como autoridad máxima de las obras en Manila priorizará siempre velar por no aumentar los costos.[14]

Ahora bien, al factor económico debe añadirse la dimensión política para comprender mejor los derroteros de las obras de reparos y fortificación. Desde los primeros años del gobierno de Valdés y Tamón los detalles sobre las estructuras que necesitaban compostura y los avances eran señalados por el cabo intendente de reales obras Ignacio Fernández Valenzuela. Pero en los legajos citados se perciben entre líneas roces entre él y la Real Audiencia por atribuirse la autoridad de informar sobre dichos adelantos en defensa.[15]

A pesar de indicios de fricciones por enlazar lo local y la metrópoli, no debe olvidarse que el máximo responsable (cual arquitecto de intramuros) era el ingeniero militar capitán Thomas de Castro y Andrade. Él fue el encargado de asentar y certificar el último balance sobre los trabajos realizados durante la administración del mencionado asturiano. Estas «diligencias ejecutadas» fueron posteriormente presentas por el gobernador de Manila a través de una carta a Felipe V en abril de 1737. Afirmando que se reparó la puerta del Parián, la puerta Real, la puerta del Revellín, se limpió el foso, se hizo parapeto en el camino cubierto entre las cortinas del Baluarte de San Francisco y San Gabriel. Destaca en especial que se construyó una Casa Mata para guardar la pólvora en el baluarte de San Andrés.[16]

También se repararon los parapetos y portañuelas externas, estas son las estructuras para el disparo de armas de fuego sobre los muros, desde el baluarte de San Diego hasta la puerta del Postigo (el sur de la ciudad y acceso principal), desde la Puerta de Santo Domingo hasta el Baluarte de San Gabriel (las márgenes del río Pasig) y de la Casa Mata antigua y la Casa del Real Palacio (el occidente de la ciudad). Sobresale que en este informe se utilizó la ubicación de los cañones empotrados en los lienzos como puntos de referencia de las obras.[17]

En cuanto a la Real fuerza de Santiago de Manila, se aderezaron sus murallas y fortines, se dio mantenimiento a su puente levadizo, «se renovaron todas las cureñas de la Artillería que guarnece dicho Castillo» y se redificaron los cuarteles de infantería española y pampanga, la casa del castellano, el aljibe e incluso también la sala de armas.[18] Aprovechando este impulso, en 1735 se inspeccionó el estado de la artillería de Santiago mediante pruebas técnicas realizadas por el maestro de la fundición Francisco de la Paz (hijo). Se taladró un cañón de hierro por reconocer que carecía de un adecuado oído y a siete cañones de bronce de diferentes calibres se les «echaron grano», un procedimiento que consiste en vaciar bronce derretido por el oído del cañón para rellenar fisuras en el ánima de la pieza.

Del mismo modo se inspeccionaron todas las herramientas del tren de artillería indispensables para abrir fuego. Aunque el castellano de la fuerza, capitán Carlos de Abarca y Valdés, con antelación había denunciado que era necesario remplazar todo, en definitiva solo «se compusieron a costa de dicho Castellano», veinte cucharas (usadas para colocar las balas dentro del cañón), cuarenta atacadores (pieza cilíndrica ajustada al calibre usada para comprimir la pólvora dentro del ánima), cuarenta lanadas (una asta con punta de lana que sirve para limpiar el cañón tras cada disparo) y doscientos espeques (palanca utilizada por los artilleros para manejar las piezas).[19]

Un espacio de primer orden técnico en Manila es el baluarte de San Diego pues allí se encontraba la

fundición real de artillería. Incluso esta área aparece con frecuencia en la documentación nombrada simplemente como «Baluarte de la Fundición» y durante el periodo fue objeto de trabajos para reforzar su seguridad ante un probable escenario de invasión: «Y todas las obras exteriores de enfrente desde el Baluarte de la Fundición al de Carranza que se hicieron de nuevo . . . el fozo, la contra escarpa, camino cubierto, parapetos con estaqueria y explanadas».[20] En cambio, las instalaciones de la Real fundición al interior del mencionado baluarte fueron diagnosticadas como dañadas «sus bóvedas y camarines que todos están muy maltratados y amenazando ruina» pero no consta en ninguno de los legajos consultados que fueran arregladas a lo largo de la gubernatura del reformista Fernando Valdés y Tamón.[21]

1764. La urgencia por reparar la ruina

La devolución formal del enclave de Manila (incluyendo Pasig y Cavite) a la monarquía hispánica solo se pudo confirmar tras la arribada del teniente del rey Francisco Javier de la Torre como Gobernador interino (a mediados de marzo de 1764). Inaugurando una etapa que no estuvo exenta de peligros armados. Desde el plano geopolítico en este punto se deseaba evitar un nuevo descalabro ante otra monarquía europea, pero en el horizonte local se temía más a una rebelión interna de sangleyes o nativos y más aún a incursiones de musulmanes del sur del archipiélago (sultanato de Joló y Maguindanao).

Estas últimas causas explican la urgencia por aclarar las debilidades defensivas y su voluntad por subsanarlas. Incluso antes de iniciar la nueva administración se produjeron los planos de Manila y Cavite del ingeniero militar Thomas de Castro y Andrade, intitulados con su intención de conocer su estado a causa «de su ataque por los enemigos ingleses». Además se deseaba comprender a través de ellos la «fatal perdida», una valoración del acontecimiento que dotaba de gran responsabilidad a los grandes instrumentos de la guerra.[22]

Tal como se advierte también en la correspondencia del Marqués de Cruillas, virrey de Nueva España, a Julián Arriaga con fecha 2 de febrero de 1765. En dicha documentación sobre la toma de Manila se incluyó un mapa (elaborado por Alfonso Rodríguez de Ovalle probablemente de 1764) que coloca en punto central de la narrativa el uso de la batería de artillería enemiga y la lógica destrucción del conocido «Baluarte de la Fundición», dada su posición de primera línea en el teatro de operaciones.[23]

Sin sus mejores cañones, con falta de materiales y sin capacidad productiva de armamento, Manila era presa fácil. Situación que no solamente era comprendida por los ibéricos sino por todos los habitantes sangleyes y nativos, una noticia que correría por el archipiélago y podría atraer «moros en la costas». Por ello las obras de reparo no solo incluyeron las fortificaciones y cerrar la brecha del baluarte de San Diego. Se debían reedificar oficinas, cuarteles, el hospital, «la Polvorista» y la arruinada fundición de artillería. Todo bajo comando del ingeniero militar Miguel Antonio Gómez (que tenía experiencia previa en las obras de fortificación en Veracruz).[24]

¿Quiénes habrían de ejecutar las obras? Como mencioné, el temor inmediato no era un nuevo ataque de la monarquía británica sino mantener la agregación y seguridad hispánica al interior, además de aprovechar la oportunidad para mandar un mensaje a través del castigo a comunidades no del todo sujetas y poco fiables a los ojos de la autoridad católica por su etiqueta de idólatras. Como señala Rucquoi la monarquía hispana era una acumulación de pueblos en los que podían cambiar sus señores pero no sus diferencias, adquiriendo en cada territorio el deber imperativo de velar por la salud espiritual y la ortodoxia de la fe católica (Rucquoi 2012, 62). Durante la ocupación inglesa de Manila muchos sangleyes cometieron saqueos a propiedades españolas y fueron acusados de comportarse de manera reprochable según la óptica cristiano-católica y atentar contra la nación española.[25]

En consecuencia el gobierno interino decidió que el colectivo chino fuera indultado por haber cometido «pecado de infidencia», forzándoles en las Reales Obras de reparo «a ración y sin sueldo, acompañado [s] de algunos Yndios presos que por sus delitos se hallavan destinados a los mismos con un grillete».[26] Se llegó a contar con quinientos sangleyes por jornada hasta que la comunidad ofreció un «Donativo para su Magestad» a fin de excusarse del trabajo físico, ofreciendo entregar 12 mil pesos y otros 8 mil en «regalía» para el Gobernador. Finalmente se depositaron 10 mil pesos a las Cajas Reales y se acordó que el resto sería entregado posteriormente. Empero, dada esta última clausula, no se exentó a toda la co-

munidad y diariamente se siguieron forzando a doscientos cincuenta trabajadores chinos, pero se permitió que estos pudieran pagar otra exención de 2 reales de plata por día.[27]

Con el tiempo la labor de los sangleyes menguó pero alimentó la solvencia económica, en palabras de Francisco Javier de la Torre: «sin que S.M aya expedido un medio real . . . pues parece que Dios ha querido patrocinar el proyecto de reparo». Mientras tanto, se utilizó la mano de obra forzada de presos por delitos y la gradual arribada de naturales (libres y asalariados) por repartimiento de las provincias cercanas.[28]

Bajo la dirección de militares «cabos de escuadra» del regimiento de dotación se acometieron la reedificación de la fundición, la eliminación de brozas tropicales de los edificios mencionados e incluso se modificó el terreno adyacente para mejorar el rango de sus baterías en caso de otro desembarco. Pareciera que la lección del arte de la guerra había sido aprendida, así se detalla durante la construcción del nuevo hornabeque:

> . . . entre el Baluarte de Fundición y la fuerza de Santiago en su extremo opuesto, a la fuente del Real Palacio, y pequeña puerta que había que llamar el Postigo. En el sitio de su construcción había una gran porción de terreno elevado sobre la línea orizontal [sic] que sobre ser impedimento a su fuego favorecía el atraque de embarcaciones de desembarco que se podía hacer si perjuicio de sus fuegos. Por esta razón era necesario excavarlo, y explanarlo en que debía emplear . . . con una nueva defensa, cuyos fuegos rectos y oblicuos la favorecen tanto que avanzándose hasta la línea que forma el agua de la Mar, impide el que pueda ningún buque de Guerra ofenderla con su batería protegiendo a sí mismo la entrada de la Barra a Rio.[29]

Se había comprendido que el asalto anfibio británico pudo haberse respondido de mejor manera con el adecuado juego táctico de sus cañones, y de esta manera evitar la colocación de la batería enemiga que abrió la brecha en el «Baluarte de la fundición». Para entender el éxito operativo del invasor en Manila desde la óptica hispana debe consultarse historia de las operaciones anfibias del periodo (Guimerá y Blanco 2008, 81-82).

Más allá de escenarios contra-factuales, certero es que el 28 de junio de 1765 el gobernador interino escribió a Julián Arriaga señalando el avanzado curso de los reparos, y que «la Polvorista y la fundición quedan enteramente rematadas».[30] La fábrica de cañones estaba reparada empero, un mes después, se reconocía que los instrumentales de las plazas de Manila y Cavite aún requerían composturas para asegurar la bahía. Así lo menciona el informe de provisiones del gobierno interino:

> Las cureñas de los Cañones que tiene la Plaza están inútiles por podridas, y no pueden aguantar el peso, ni se permiten al manejo del espeque [palanca de artilleros], y por tanto para renovarlas quedan maderas suficientes y de calidad para sufrir el sol, y el agua según las pidió el Comandante de la artillería se aprovechará el fierro de las viejas, y no saldrá tan costosa la renovación. Yo havia conceptuado que a la actualidad de este despacho pudiera dar a V.E la noticia de su conclusión, pero me engañé porque ni aún se ha principiado, porque se tardaron mucho en embiar dichas maderas y después ha ocurrido bastante que hacer en la Plaza en que ha estado empleado dicho Comandante.[31]

Este documento de Francisco de la Torre, fechado 9 de agosto de 1765, se dio en el contexto de la entrega de gobierno a Joseph Raón (arribado un mes antes a Cavite) y expone que la urgencia en los reparos «de lo arruinado» en materia defensiva y en construcción naval se debían a las hostilidades de los mahometanos en las islas, situación intensificada después de la desocupación británica: «Llegamos a ver hostilidades de los Moros hasta dentro de esta misma Bahía en el intermedio del despacho pasado deste con el mayor descaro».[32]

Del acorde estado técnico-militar de la capital también dependía la redistribución de pertrechos al resto de las islas. Tener un arsenal asegurado, fundición reactivada y embarcaciones carenadas y armadas permitía una red de abastos «gente, víveres, municiones de guerra y dinero» cuyo objetivo prioritario era el «freno de los moros, y lo segundo para el servicio de los Presidios». Se trataba ni más ni menos que de la gobernabilidad del archipiélago (a la sazón había estallado un alzamiento nativo en Bohol) y por tanto eran actividades estratégicas dentro del plan de gastos de la administración de 1765.[33]

Por otra parte, pese a la reedificación de la fundición, se debe comprender que comenzar la producción de cañones de bronce no es una tarea sencilla ni inmediata pues se requiere de un adecuado horno de reverbero, fundidor hábil, auxiliares, maderas, car-

bón, cobre, estaño y múltiples herramientas. Contar con el inmueble tan solo era la primera etapa de un proyecto que podría tardar incluso años.

Esta realidad argumenta a favor de la decisión de Francisco Javier de la Torre de comprar cañones y anclas al establecimiento neerlandés de Batavia (situación crítica que ya había sucedido a principios de siglo), instrumentales que llegaron en algún punto de su gobierno. Esta providencia para dotar al galeón de Acapulco resultó polémica al erario pues en teoría debía esperar el abasto novohispano, o la inminente conexión marítima directa a Cádiz, de armamentos de grueso calibre producidos en la península ibérica.

El propio gobernador interino conocía la naturaleza de su decisión al escribir la justificación en su informe, «la necesidad que había . . . me obligó a pedirlos a esta vecina Colonia aunque no sea lo más acomodado a la mente de S.M». Se debe recordar que a la inactividad de la fundición se sumaba la escasez producto del decomiso británico de sus mejores piezas. Aún no había nuevos grandes cañones para defender Manila y mucho menos para dotar al galeón, a excepción de los tomados a fines de 1762 del patache *Philipino* tras su arribo a Palapag durante la ocupación enemiga. El mismo lo menciona su desesperación:

> . . . despaché una galera al Comando de Capitán de Marina para que fuese a recibir a su Bordo lo que hubiese y pudiese cargar prefiriendo lo más importante a los menos, para poder socorrer en el embocadero de San Bernardino a la Fragata Santa Rosa, que esperábamos, si lo necesitaba o al nuevo San Carlos a su salida con la que se contaba porque de aquellos muebles y pertrechos estábamos faltos por este último sino llegaban los encargados a Batavia.[34]

Para beneplácito de la autoridad saliente, desde El Escorial la decisión fue respaldada a fines de 1766 «aprobando su celo y conducta». La entrante gubernatura tendría que continuar los planes de fortificación de Manila al tiempo que reactivar el «baluarte de la fundición».[35]

La real fundición fue finalmente reactivada hasta los albores del gobierno de José Basco y Vargas (1778-1787). Su mundo laboral, descrito con anterioridad, seguía basándose en trabajadores voluntarios asalariados e indios de repartimiento de comunidades distantes. Por fortuna para este estudio, se ha podido encontrar de manera extraordinaria al menos un documento histórico en que se mencionan los nombres y apellidos de los naturales católicos de Taytay que en 1780 laboraron con un auxilio de 8 granos por día: Simón Espino, Francisco Duran, Agustín Poblete, Juan Muñiz, Cristóbal Cruz, Manuel Santos, Antonio Pulat, Joseph Santos, Joseph Ordoñez, Juan Francisco Boyra [sic], Fausto Cruz, Victorino García, Agustín Antonio, Francisco Ibarra, Xavier de Santa Ana, Luis Ibarra, Matheo Parra, Juan Talabera, Thomas Vallestecio, Rafael Mendoza, Thomas Joaquín, Francisco Santos y Juan Diego.[36]

Notas

1. AGI, FILIPINAS, 417, N.14, f.4.
2. AGI, FILIPINAS, 147, N.13, f.7.
3. AGI, FILIPINAS, 384, N.21, f.1.
4. AGI, FILIPINAS, 188, N.9, f.19.
5. AGI, FILIPINAS, 188, N.9, f.23.
6. AGI, FILIPINAS, 384, N.21, ff.1-3.
7. AGI, FILIPINAS, 150, N.21, f.29.
8. AGI, FILIPINAS, 147, N.13, ff.32-33.
9. AGI, FILIPINAS, 147, N.13, ff.8-10.
10. AGI, FILIPINAS, 150, N.21, f.27.
11. AGI, FILIPINAS, 147, N.13, ff.2-4 y 8.
12. AGI, FILIPINAS, 150, N.21, f.20; AGI, FILIPINAS, 384, N.32, f.17.
13. AGI, FILIPINAS, 150, N.21, ff.1 y 3.
14. Por ejemplo, el 16 de septiembre de 1735 el gobernador reiteró una vez más que las Cajas Reales no eran capaces de solventar las obras pendientes. Señaló en posterior documento que todavía quedan reparos por efectuar en la Polvorista, las puertas de los baluartes, en el Castillo de Santiago, el aljibe, la garita en forma de media naranja que mira al río Pasig o los cuarteles. Mencionado más adelante en el mismo legajo que las cantidades de materiales de construcción que se requieren ascienden a un costo de 1 826 pesos tres tomines y diez granos. AGI, FILIPINAS, 384, N.32, ff.23-40; El ingeniero militar de la plaza debía percibir 25 pesos de mesada y el cabo de las obras reales 20 pesos. AGI, FILIPINAS, 919, N.46, ff.8-9.
15. A tal grado de que el cabo intendente de reales obras fue constantemente «intimado» por la Real Audiencia de Manila para apersonarse en juntas. AGI, FILIPINAS, 384, N.32, ff.1-3.
16. AGI, FILIPINAS, 384, N.32, ff-13-15.
17. Pero no todos los reparos fueron de carácter eminentemente militar, tal como los efectuados a la iglesia de Santa Potencian y su Colegio o el Hospital Real. AGI, FILIPINAS, 384, N.32, ff.16-17.

18. Además de fabricar 68 lanzas y 25 chuzos. AGI, FILIPINAS, 384, N.32, ff.18-20.
19. Lo anterior fue certificado el 12 de septiembre de 1735 por el ingeniero militar Thomas de Castro y el cabo intendente de las reales obras Ignacio Fernández Valenzuela. AGI, FILIPINAS, 384, N.32, ff.21.
20. AGI, FILIPINAS, 384, N.32, f.15.
21. AGI, FILIPINAS, 384, N.32, ff.15 y 22.
22. AGI, MP-FILIPINAS, 43. Plano de la ciudad de Manila, capital de Philipinas, de su ataque por los enemigos ingleses, Thomas de Castro y Andrade, Manila, 1 de abril de 1764; AGI, MP-FILIPINAS, 44. Plano del puerto de Cavite, en la Bahía de Manila, capital de las Philipinas, 1 de abril 1764.
23. AGI, MP-FILIPINAS, 153. Plano de la Bahía de Manila con la Plaza de Manila, la Plaza de Cavite y los alrededores, Alfonso Rodríguez de Ovalle, Manila, probable 1764.
24. AGI, FILIPINAS*,* 388, N.77, f.4. Carta de Francisco de la Torre sobre obras y regalos, Manila, 28 de junio de 1765. Incluso en mayo de 1765 se planeó adjudicar a la ciudad las tiendas del Parían por planearse dentro de la zona de demolición para mejorar el juego de los cañones de los lienzos. AGI, FILIPINAS,611,N.6
25. AGI, FILIPINAS, 388, N.63. Carta de Francisco de la Torre sobre mala vida de sangleyes, Manila, 21 de julio de 1764.
26. AGI, FILIPINAS, 388, N.77, f.5. Carta de Francisco de la Torre sobre obras y regalos, Manila, 28 de junio de 1765.
27. AGI, FILIPINAS, 388, N.77, f.6-7.
28. A los naturales traídos por repartimiento de las provincias cercanas se les pago diariamente medio real y una ración de arroz. AGI, FILIPINAS, 388, N.77, f.7-8.
29. AGI, FILIPINAS, 388, N.77, f.12-13.
30. AGI, FILIPINAS*,* 388, N.77, f.14.
31. AGI, FILIPINAS, 388, N.79, f.26-27. Carta de Francisco de la Torre sobre provisiones de su gobierno, Manila, 9 de agosto de 1765.
32. AGI, FILIPINAS, 388, N.79, f.22.
33. El Gobernador interino menciona que para esos fines se carenaron en Cavite algunas galerillas, un paquebot y un champán. Además se construyeron tres galerillas en la provincia de Albay. AGI, FILIPINAS, 388, N.79, f.18-19 y 22-25.
34. AGI, FILIPINAS, 388, N.79, f.29.
35. Continuará como «Baluarte de la Fundición» en los planos del ingeniero militar Feliciano Márquez y del Capitán Francisco Xavier Estorgo y Gallegos: Plano del actual estado de la plaza de Manila y de sus contornos y arrabales, Manila, 30 de septiembre de 1767, AGI, MP-FILIPINAS, 51BIS; Plano del actual estado de la plaza de Manila y de sus contornos y arravales [sic], Manila, probable 1770, AGI, MP-FILIPINAS, 63.
36. Dentro de los fondos del Archivo Nacional de Filipinas resguardados por la Biblioteca «Tomás Navarro Tomás» perteneciente al Centro de Ciencias Humanas y Sociales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en Madrid, hallé este listado inédito de los naturales de repartimiento de Taytay que trabajaron en la fundición. ANF, Rollo 724, leg.1, «Libro de registro de cuentas de haberes devengados por los empleados de las obras de fortificación de la plaza de Manila, Casa Real de Fundición, Cochera del Real Palacio y Contaduría, Parque del Real Cuerpo de Artillería de Manila y reparo del Real Hospital durante los meses de junio y julio de 1780».

Lista de referencias

Alonso, Luis. 2012. La ayuda mexicana en el Pacífico: socorros y situados en Filipinas, 1565-1816. En: *El secreto del imperio español: los situados coloniales en el siglo XVIII*, México, El Colegio de México, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, 251-293.

De Nardi, Loris. 2018. El carácter voluntario de los donativos indianos, entre la praxis institucional y la construcción del consenso (siglos XVI-XVII), *Historia Mexicana*, 67, 4, 1535–1596.

Guimerá, Agustín. 2008. Bloqueos navales y operaciones anfibias: la perspectiva española. En: *Guerra naval en la Revolución y el Imperio*, Madrid, Marcial Pons, 79-98.

Rucquoi, Adeline. 2012. Tierra y gobierno en la península ibérica medieval. En: *Las Indias Occidentales, procesos de incorporación territorial*, México, El Colegio de México, 45-69.

Una relación simbiótica única entre arquitecto y constructor en el Caribe hispano

Beatriz del Cueto

El área comúnmente llamada el Caribe, que comprende las islas de las Indias Occidentales, ha sido históricamente una región en la que se ha producido el intercambio de ideas y tecnologías, no solo con Europa, sino también con su vecino cercano de la América del Norte. La comprensión de cómo las estructuras dependen no solo del diseñador, sus emplazamientos, los materiales de construcción y el constructor, puede ilustrarse a través del trabajo de dos profesionales de la construcción. Ambos trabajaron en esta región después de la Guerra Hispano-cubano-americana[1] del 1898 y son un ejemplo significativo que ilustra la importancia de las interrelaciones en esta industria. Para documentar este esfuerzo conjunto, analizaremos: su relación simbiótica, los materiales de construcción que utilizaron de manera innovadora, algunos de los tipos de edificios que trabajaron y los lugares donde estos se erigieron.

El objetivo de este artículo no es discutir los estilos de las edificaciones, sino las tecnologías de construcción regionales del Caribe hispano, es decir, Cuba, República Dominicana y Puerto Rico. Esta investigación se centra específicamente en el período que comienza a finales del siglo XIX y continúa hasta la segunda década del siglo XX, durante el cual se utilizaron morteros de cemento pórtland, conocidos popularmente como «piedra artificial» o «piedra plástica». Este material innovador fraguaba rápidamente, se endurecía bajo el agua, alcanzaba una resistencia temprana, era resistente al fuego, al agua y a las alimañas, y se confiaba resistiría los huracanes y terremotos en la región mejor que otros materiales de construcción (del Cueto 2011).

A diferencia de las tradiciones de construcción en los Estados Unidos, que eran principalmente técnicas de ensamblaje con madera, piedra y ladrillo, los albañiles de estas islas estaban acostumbrados a utilizar técnicas de construcción tradicionales españolas, en particular la preparación y aplicación de mezclas para muros de tierra y/o muros de mampostería con el uso de un encofrado, como se había hecho en la región durante más de 400 años. Este conocimiento colectivo de los albañiles españoles se había transmitido a los obreros locales y facilitó la transición al uso de cemento y hormigón moldeados en la construcción. Los morteros de cemento sirvieron para acelerar el ritmo de construcción durante un período de rápido crecimiento económico.

Como resultado de la adquisición por parte de Estados Unidos de las colonias españolas del Caribe tras la Guerra hispano-cubanoamericana, los misioneros estadounidenses de denominaciones evangélicas aumentaron su presencia en la zona. Trasladarse de Estados Unidos a las codiciadas islas del Caribe justo después del final de este conflicto bélico fue una empresa arriesgada. Sin embargo, marcadas consideraciones políticas en los EE. UU. de los presidentes McKinley, T. Roosevelt, Taft y Wilson influyeron en su participación en el Caribe hispano. Las empresas y los grupos religiosos norteamericanos

Beatriz del Cueto – Pantel del Cueto & Asociados - Asesores en Preservación Histórica

veían la región como un escenario potencial para el crecimiento financiero, la expansión religiosa y la experimentación tecnológica que necesitaba adaptarse al clima cálido y húmedo local, a los huracanes y a los terremotos que afectaban estas islas. Estos desafíos fueron una invitación a los innovadores.

La historia de Antonín Nechodoma y Frank Bond Hatch (Fig. 1), un arquitecto y un constructor, presenta un modelo heurístico de cómo la colaboración simbiótica entre arquitecto y constructor se convirtió en una fuerza poderosa para transformar y dar forma al entorno construido, y para la evolución de las industrias del diseño y la construcción en el Caribe hispano. Los materiales de construcción de cemento Portland y las tecnologías de bloques de hormigón y hormigón armado fueron aquellos seleccionados para las estructuras construidas por estos pioneros de la posguerra en la región.

Nechodoma y Hatch fueron, sin duda, precursores del Movimiento Moderno en esta zona. Su mayor contribución proviene de la introducción de la modernidad en forma de innovaciones espaciales, tectónicas y tecnológicas, específicamente en Puerto Rico y la República Dominicana. Ambos eran profesionales conocidos en su época, aunque enigmáticos. Fueron verdaderos pioneros de la industria de la construcción en estas islas durante dos décadas, no solo por el tipo de arquitectura que construyeron, sino por la bravura en el uso de estos materiales innovadores. Trajeron sus conocimientos técnicos básicos sobre cómo utilizar estos medios y métodos de construcción desde Estados Unidos. Sus proyectos emblemáticos se han mantenido en pie en gran medida gracias a la buena construcción y al uso adecuado de las tecnologías empleadas. Lamentablemente, la desaparición y destrucción de muchos de sus valiosos edificios se produjo debido a la especulación inmobiliaria, el abandono, la herencia y las disputas por la propiedad, o debido a cambios en el gusto, los hábitos culturales y las expectativas.

Según el Censo Militar de los Estados Unidos de 1900, Frank B. Hatch era un carpintero de 29 años proveniente de Maine, que probablemente llegó al Cuartel Henry en Puerto Rico como parte del ejército que se estableció en la isla después de la guerra.[2] En 1903 trabajaba como Inspector de Inmigración en la ciudad de Ponce cuando decidió establecer una empresa comercial de construcción y promocionarse activamente a través de anuncios en la prensa local como:

Figura 1. El arquitecto Antonín Nechodoma y el constructor Frank B. Hatch durante un viaje en barco. (Colección privada sobre Nechodoma en Puerto Rico, Arq. Otto O. Reyes Casanova.)

«F.B. Hatch - Contratista y Constructor; Lema: rapidez y esmero».[3]

Su negocio como contratista mejoró con el tiempo, ya que la solicitud para renovar su pasaporte estadounidense de 1918 incluía una carta de recomendación del jefe de la Oficina de Asuntos Insulares del Departamento de Guerra en la que se afirmaba que «el Sr. Hatch... es el contratista estadounidense de mayor envergadura en las Indias Occidentales».[4] Hatch siguió promocionándose en anuncios y publicaciones de Puerto Rico, lo que incluía permitir el uso de su nombre como parte de la publicidad de materiales de construcción. Esto también es evidente en un folleto fotográfico que Hatch aparentemente publicó como catálogo de su obra construida, titulado «*San Juan Porto Rico in the Isle of Enchantment, 1916*».

El arquitecto Antonin Nechodoma nació en Bohemia (República Checa) y en 1892 su familia se mudó para Chicago un año antes de la gran Exposición Colombina. Llegó a Chicago a los quince años, en pleno apogeo de la reconstrucción de la ciudad luego del Gran Fuego, y durante la creación y edificación de importantes edificios y rascacielos que utilizaban tecnologías innovadoras. Fue testigo de las instalaciones de la luz eléctrica y del invento del ascensor de pasajeros; además del diseño y edificación de proyectos notables por los diseñadores más importantes de la época, como Louis Sullivan, Frank Lloyd Wright, Holabird & Roche y Burnham & Root. Los

Figura 2. Residencia de Madame Louise Luchetti en El Condado, Puerto Rico. (Fernández García 1923, 256)

diseños conceptuales y el vocabulario arquitectónico de estos renombrados arquitectos de Chicago influirían directamente en los proyectos de Nechodoma una década más tarde.

Estas emulaciones estilísticas, acabarían afectando su reputación profesional debido a la similitud entre sus proyectos con aquellos del estilo *Prairie School*[5] popularizado por Frank Lloyd Wright, aunque no hay constancia de que se conocieran o trabajaran en el mismo estudio mientras ambos vivían en Chicago. A pesar de estas críticas, Nechodoma había «tropicalizado» los diseños de Frank Lloyd Wright mientras laboró en el Caribe. Esto se evidencia en techos más altos, ventanas operables de mayor tamaño y la creación e instalación de otros elementos arquitectónicos exóticos, como patrones de vidrieras más oscuros que mitigarían la fuerte luz y calor del Caribe (Fig. 2).

Nechodoma fue carpintero y constructor en Chicago hasta 1905. Para 1907, era arquitecto y socio de la empresa McClure, Holmes & Nechodoma en Jacksonville, Florida.[6] En aquel momento, había grandes oportunidades para el diseño de nuevas edificaciones en Jacksonville debido al Gran Incendio que había asolado la ciudad en el 1901. En 1902, McClure & Holmes había construido uno de los primeros edificios nuevos de albañilería después del incendio, el Palacio de Justicia del Condado de Duval, y aparenta ser que Nechodoma había respondido a la llamada nacional emitida a la comunidad profesional para ayudar en los esfuerzos de reconstrucción luego permaneciendo en la ciudad.

Después del Gran Incendio, las reconstrucciones en Jacksonville incluyeron todo tipo de edificios utilizando bloques huecos de hormigón y el hormigón armado. Al parecer, es a partir de este momento cuando Nechodoma se interesó por la República Dominicana, Puerto Rico y posiblemente Cuba como posibles fuentes de proyectos debido a sus economías en pleno crecimiento tras la Guerra hispano-cubanoamericana. También hay indicios de que Nechodoma pudo haber llevado a cabo sus primeros diseños arquitectónicos para estos países insulares desde la oficina de Florida, como se indica en una publicación de 1909: «Residencia tropical en Santo Domingo, República Dominicana».[7] Además, la experiencia en diseño y construcción de los proyectos de Jacksonville, con bloques de hormigón y hormigón armado, debió influir, en gran medida, sus primeros intentos con estructuras similares en Puerto Rico entre 1905 y 1907, y en la República Dominicana en 1908, donde fueron construidas con estos nuevos materiales y técnicas. Al permitir la construcción de muros y cimientos de menor espesor y peso con estas tecnologías, se percibieron como más eficientes para resistir los terremotos y huracanes del Caribe.

Contexto histórico

Sabemos que Nechodoma conoció a Hatch en 1905, como miembros fundadores del *Elk's Club* de San Juan. Hatch llevaba cinco años en Puerto Rico y había conseguido contactos y clientes a través de su propia empresa y, probablemente, presentó a Nechodoma a las comunidades metodistas de la época. Este fue un período de gran crecimiento económico para Puerto Rico, donde se estaban trazando nuevos desarrollos suburbanos, como Miramar y El Condado, justo a las afueras de la capital amurallada de San Juan debido al crecimiento demográfico y económico de la posguerra.

En 1908, mientras Nechodoma trabajaba con Hatch para diseñar y construir la primera Iglesia Metodista Episcopal Unida en la entonces creciente zona de Miramar, Puerto Rico, también desarrollaba activamente proyectos en la República Dominicana. Durante la ceremonia de inauguración de esta Iglesia, Nechodoma fue consagrado y admitido en la fe metodista, un acontecimiento que selló los futuros proyectos de diseño y construcción para edificios metodistas en la isla por parte del dúo. Como ambos profesionales eran feligreses metodistas, la mayoría

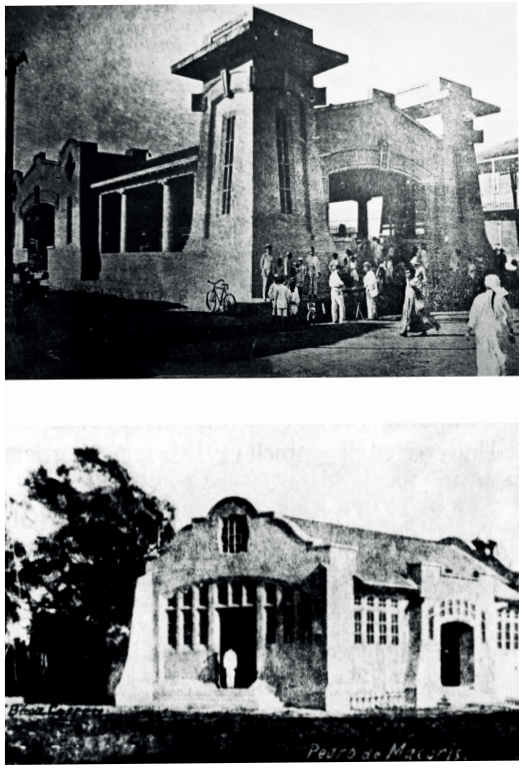


Figura 3. Mercado público y Matadero ubicados en San Pedro de Macorís, República Dominicana, 1911. El Matadero ya no existe. Vega, Bernardo. 1988. *Imágenes del Ayer*. Santo Domingo, República Dominicana: Editorial Amiga del Hogar, 131

de los primeros edificios de esta comunidad religiosa, así como la de los presbiterianos en Puerto Rico, fueron diseñados y construidos por el equipo Nechodoma-Hatch.

Mientras que Hatch construyó para otros arquitectos puertorriqueños de renombre, que se sepa, Nechodoma rara vez utilizó a otro contratista para sus diseños en suelo puertorriqueño. Su estrecha colaboración podría explicar la escasez de planos y detalles en los proyectos de su autoría en la isla, ya que probablemente confiaba en Hatch para ejecutar sus diseños sin documentos de construcción detallados. El bloque de hormigón ornamentado para simular piedra cortada se había convertido en el material de construcción preferido para los templos evangélicos. Desde 1906 hasta 1912, se construyeron en Puerto Rico catorce templos metodistas y presbiterianos y edificios relacionados con las comunidades misioneras evangélicas utilizando bloques huecos de hormigón. Como resultado, Nechodoma pudo haber sido el primer arquitecto que especificó estas «piedras artificiales» como material de construcción en el Caribe para el diseño de edificios institucionales o religiosos, como lo habían hecho en los Estados Unidos varias comunidades misioneras.[8]

Posiblemente, los primeros proyectos de construcción en Puerto Rico desarrollados por el equipo de Nechodoma-Hatch después de 1907 influyeron los diseños y la selección de materiales que el arquitecto utilizaría más tarde durante su primera incursión en San Pedro de Macorís, una importante ciudad portuaria en la República Dominicana, donde estableció su estudio en 1908. Allí, trabajó como ingeniero, arquitecto, constructor y promotor inmobiliario, durante su transformación urbana y arquitectónica como principal puerto del país. Poco antes de 1910, contratado como arquitecto por el Gobierno dominicano, llevó a cabo proyectos emblemáticos tanto en la capital, Santo Domingo, como en San Pedro de Macorís. Cabe destacar que todos sus nuevos edificios se construyeron con hormigón armado, una técnica de construcción innovadora en la isla hermana, que a veces también incluía ornamentación moldeada y fabricada con cemento. Los exóticos diseños para el Mercado Público y el Matadero (Fig. 3), ambos erigidos en 1911, y la Torre de la Iglesia de San Pedro Apóstol en 1914, un hito local, se construyeron en San Pedro de Macorís.

Aunque estos proyectos fueron supuestamente encargados a constructores dominicanos, y Hatch aparentemente no estuvo presente ni participó en ellos, fue precisamente durante estas primeras incursiones en suelo dominicano donde Nechodoma experimentó y puso a prueba los límites del hormigón armado. Estos experimentos no siempre tuvieron éxito, como en el caso de los techos abovedados de la iglesia de San Pedro de Macorís: «... el techo consistía en una bóveda de cañón de 8,5 metros de ancho por 38 de largo, con una semicúpula en el ábside, y el hormigón era poroso y había un gran número de grietas por las que se filtraba el agua» (Pensón 2005). Al mismo tiempo, en Santo Domingo en el 1912, Nechodoma diseñó el Parque Independencia y su quiosco clásico y participó en la restauración y estabilización de varios edificios históricos en la zona colonial, entre los que se

encontraban la primera catedral católica del Nuevo Mundo (siglo XVI) y las ruinas coloniales españolas del hospital e iglesia de San Nicolás de Bari.

Cabe señalar que, en la República Dominicana, las clases altas de industriales y comerciantes, en sintonía con los materiales de construcción progresistas y de moda utilizados en otros lugares, estaban interesadas en incorporar las expresiones arquitectónicas y las tecnologías promovidas en el extranjero, lo que dio a Nechodoma y Hatch una oportunidad para laborar en ese país. Debido a las relaciones comerciales entre la clase industrial dominicana y los Estados Unidos, hay amplias pruebas de que, durante la primera década del siglo XX, las tecnologías de bloques huecos de hormigón y hormigón armado fueron importadas a la República Dominicana muy probablemente por constructores y/o fabricantes norteamericanos de la época.

Durante la segunda intervención del gobierno de EE. UU. en la República Dominicana (de 1917 a 1922) representantes estadounidenses invitaron al arquitecto Antonín Nechodoma y al contratista Frank Bond Hatch, como expertos en el campo de la construcción en Puerto Rico, a establecer oficinas en Santo Domingo. El objetivo principal era completar los proyectos de obras públicas que se habían pospuesto debido a transiciones gubernamentales y levantamientos políticos en el país. Hatch, como constructor, se había asociado con el ingeniero y constructor puertorriqueño Ramón Carbia. En 1919, la empresa *Hatch-Carbia Construction Co*., fue quienes construyeron muchos de los proyectos en la República Dominicana. Tanto la oficina de Nechodoma como la de Hatch & Carbia estaban en el mismo edificio en Santo Domingo, lo que indicaba que Nechodoma y Hatch continuaban como «socios no oficiales» o colaboradores incluso en la isla hermana.[9] Ambos mantuvieron sucursales de sus oficinas profesionales en los dos países desde 1917 hasta 1921, período durante el cual dividieron su trabajo entre proyectos puertorriqueños y dominicanos, viajando regularmente entre las dos islas.

De manera similar, en 1920, el Comité para la Ocupación Unida de Santo Domingo[10] recomendó a su administración la importancia de utilizar el talento y la experiencia de Nechodoma en el diseño «... probablemente el mejor arquitecto de las Indias Occidentales...», y el de Hatch «... gran contratista estadounidense» como constructor, mostrando una vez más el reconocimiento de su talento conocido y colaboración. Los proyectos del Comité incluían nuevos templos, escuelas, hospitales y proyectos similares a ser realizados por estos «... buenos cristianos ...» en Puerto Rico donde habían obtenido su fama. Durante este período, al igual, se construyeron escuelas, bancos y otros edificios de gran envergadura en la República Dominicana bajo la autoría de este famoso dúo.

Materiales de construcción

Según mencionado, el uso de materiales de construcción nuevos e innovadores también fue ejemplar en la simbiosis Nechodoma-Hatch. Existe evidencia de que entre 1904 y 1905 los misioneros evangélicos estadounidenses trajeron consigo los moldes metálicos para la fabricación de bloques huecos de cemento prensados con los cuales acelerarían la construcción de sus templos, hospitales y escuelas, como habían logrado en Estados Unidos (del Cueto 2015). Frank Hatch, feligrés metodista y prácticamente el contratista de obras exclusivo de la Iglesia Metodista en Puerto Rico, probablemente tenía clientes a través de los cuales se importaron los primeros moldes de bloques a la isla.

Según los anuncios de la época, estos nuevos materiales de construcción podían ser fabricados a mano rápidamente in situ por obreros inexpertos como los propios misioneros, no requerían hornos ni grandes equipos, se almacenaban fácilmente y estaban listos para su instalación en un mes (Fig. 4). «Harmon S. Palmer inventó una máquina de hierro fundido con núcleo extraíble y lados ajustables para hacer los bloques, y obtuvo una patente estadounidense en 1900» (Simpson 1999). Esto dio lugar a imitaciones inmediatas de su proceso en todo Estados Unidos. En 1907, grandes empresas como *Sears Roebuck*, contaban con varios modelos de máquinas de bloques de hormigón con diversas placas frontales correspondientes, que eran resistentes al fuego y más ligeros que la piedra o la albañilería que imitaban. Los primeros moldes se utilizaron para producir bloques lisos utilizando agregados disponibles en los propios emplazamientos de los proyectos, lo que ha sido corroborado a través de observaciones de campo y análisis científicos en las ubicaciones y edificios de este tipo que han permanecido (del Cueto 2015).

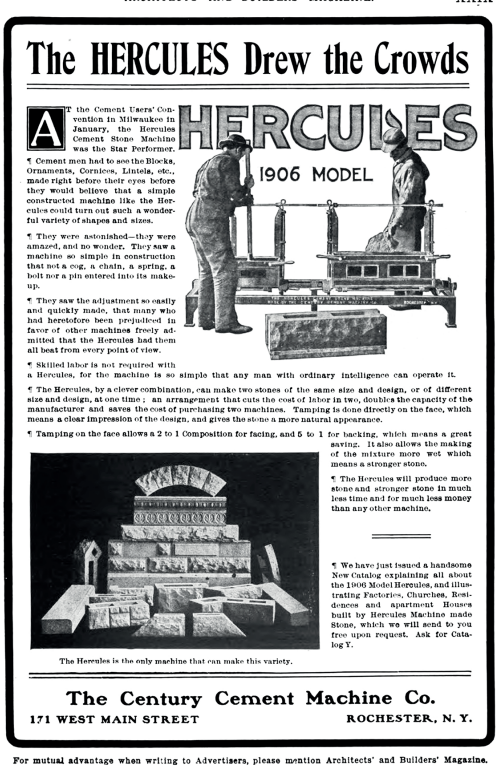


Figura 4. Anuncio de la Century Cement Machine Co., modelo de bloques huecos de cemento «Hércules». Marzo de 1906, *Architects' and Builders' Magazine VII*, n.º 6, 29. «La Junta de Educación de Puerto Rico utiliza exclusivamente la piedra artificial Hércules» … para la construcción de sus edificios escolares

La primera estructura construida con bloques huecos de hormigón en Puerto Rico fue edificada por Hatch en 1906. Típico de la época en el Caribe, los documentos contractuales no identificaban a ningún arquitecto o diseñador para el austero Orfanato George O. Robinson, sede para albergar las niñas que habían quedado huérfanas como consecuencia del huracán San Ciriaco de 1899 (Fig. 5).

Según los registros originales de las comunidades misioneras, los dos primeros proyectos que se sabe fueron diseñados y construidos por Nechodoma y Hatch como una colaboración profesional parecen haber sido una Capilla Metodista en Aibonito, demolida tras su destrucción por el huracán San Felipe en 1928, y una capilla en Playa de Ponce que todavía se mantiene en buen estado. Estas fueron construidas entre 1907 y 1908, y eran casi idénticas.

La construcción de la propia casa de Nechodoma en el 1912, situada en Monteflores, un suburbio de San Juan, fue otro experimento en el uso de materiales y acabados de superficies innovadoras para el Caribe. En los terrenos de su propiedad se encontraba también su taller conocido y anunciado como *Monteflores Studios*: «Bajo la dirección de Antonín Nechodoma, AIA: Diseñadores y fabricantes de vidrieras y mosaicos, candelabros y ventanas...».[11] El arquitecto había traído directamente de Europa a artesanos especializados en estas técnicas, que más tarde formaron a sus empleados en Puerto Rico. Así, Nechodoma no solo diseñó los edificios, sino que también fabricó algunos de sus ornamentos. Documentación consultada indica que el vidrio de color para sus vitrales provenía de los famosos talleres de Tiffany, y los elementos decorativos de terracota también fueron traídos de Nueva York, otro ejemplo de su continua interacción entre el Caribe y los EE. UU.

Los cimientos y muros de carga de sus diseños residenciales eran frecuentemente de bloques huecos de hormigón, con la cara exterior simulando piedra tallada, u hormigón armado. Estos sostenían los suelos de madera de las casas para permitir ventilación adecuada. Otros suelos eran losas de hormigón pavimentadas con baldosas de cemento hidráulico, específicamente en los portales exteriores o en los patios interiores.

Figura 5. El orfanato George O. Robinson, 1906. Primer edificio construido con bloques huecos de hormigón en Puerto Rico por Frank B. Hatch. *Mission Albums and Annual Reports of Puerto Rico, General Commission Archives and History, United Methodist Church*, Drew University, NewJersey.

Los altos tejados de múltiples vertientes que caracterizaban sus diseños residenciales eran, en gran parte, armazones de madera cubiertas por algún tipo de teja cerámica, aluminio o tejas metálicas galvanizadas. A veces, fueron utilizados materiales que simulaban lajas planas o pizarra, comúnmente utilizadas en edificios norteamericanos, y completamente ajenas a las estructuras caribeñas (Nechodoma 1917).

Nechodoma vivió en la República Dominicana desde 1907 hasta 1912, cuando se estableció definitivamente en Puerto Rico, donde había seguido trabajando con Hatch, a distancia, en múltiples proyectos. Sus pruebas y experimentaciones durante este periodo condujeron a la innovadora técnica de dejar el hormigón armado expuesto, sin enlucidos, yeso, o pintura, exhibiendo grandes agregados que proporcionaban variedad cromática a las fachadas a través de los colores naturales de la materia prima. Lo más probable es que Hatch, junto con Nechodoma, desarrollaran este proceso como acabado decorativo y económico para las fachadas, aunque no se han encontrado pruebas ni patentes que lo corroboren. Posteriormente, otros equipos de diseño utilizaron e imitaron esta misma técnica en innumerables edificios residenciales e institucionales, y al igual, continuaron utilizándose en gran cantidad de las escuelas públicas en Puerto Rico.

Un artículo de 1913 de E.C. Bartholomew, en la revista *Architecture,* describió los detalles de estos innovadores acabados para beneficio y conocimiento de los arquitectos estadounidenses. Consistía en construir muros de hormigón armado utilizando encofrados de madera para crear múltiples capas, cada una de 91 cm de altura. El color de la superficie se conseguía utilizando diversos agregados, como piedra azul y arena de playa. Después de 24 horas se retiraban los encofrados y con una llana de madera se bruñía la superficie para dejar el agregado expuesto como acabado. (Marvel 1994)

No está claro si todos los centros educativos con estas paredes texturizadas fueron diseñados por Nechodoma, pero en muchos campus se emularon estas técnicas y han sobrevivido en excelentes condiciones, (Fig. 6). Además, algunos de estos edificios estaban ornamentados con mosaicos, así como con otros elementos «modernistas» de cemento moldeados y prefabricados de principios del siglo XX, como guirnaldas y jarrones, que simulaban los utilizados en los edificios representativos de la Escuela de la Pradera. La Escuela Padre Rufo en 1913 y la Escuela Secundaria de Arecibo en 1914 fueron diseños de Nechodoma, lo que confirma que siguió utilizando estas técnicas inmediatamente después de emplearlas por primera vez para construir su propia casa en 1912.

Aunque los registros contractuales y documentos de construcción originales de principios del siglo XX para escuelas en Puerto Rico solo incluían el nombre del contratista de la obra y no el del arquitecto, más de uno de estos campus ofrece ejemplos evidentes de la influencia de un vocabulario arquitectónico que marcó los primeros trabajos de Nechodoma y, a veces, también la participación de Hatch. Los constructores de los proyectos públicos, institucionales y gubernamentales se seleccionaban mediante un proceso de licitación tradicional; sin embargo, los arquitectos se seleccionaban principalmente por su talento, expe-

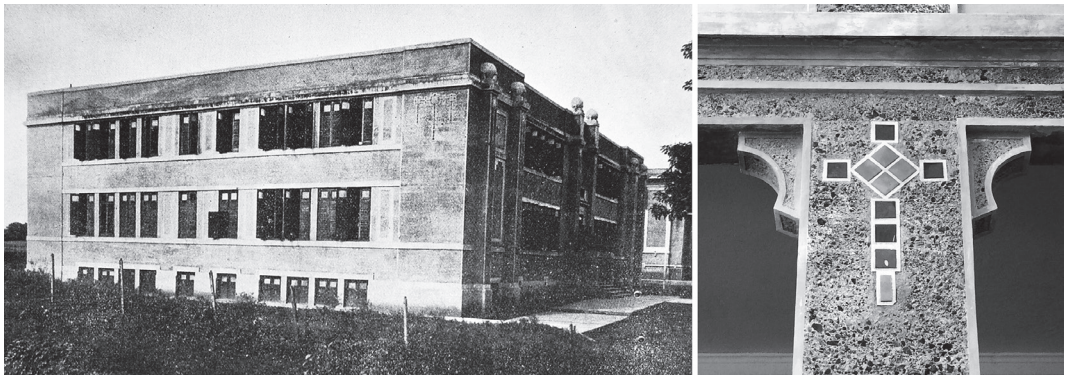


Figura 6. Escuela Secundaria de Arecibo de 1914 con agregado expuesto como acabado innovador para las fachadas de edificios institucionales

riencia y fama, y no necesariamente en función de un presupuesto de diseño competitivo.

Las siguientes especificaciones de construcción corresponden a la Escuela Secundaria de Mayagüez edificada en 1913 en la costa oeste de Puerto Rico, cuyo contratista fue Frank B. Hatch:

> ... Después de retirar el encofrado una vez que se haya colocado el hormigón, raspar las superficies con un cepillo metálico y aplicar una solución de ácido sulfúrico, muriático o hidroclórico, en una proporción de 1 parte de ácido por 12 partes de agua... Luego de que esta solución se haya secado, repasar toda la superficie tratada con un cepillo y agua limpia para eliminar el ácido. Pase un cepillo de alambre rígido por toda la superficie para eliminar el cemento muerto y suelto destruido por el ácido. La pared debe simular piedra expuesta natural cuando esté terminada.[12]

A Nechodoma también se le atribuye haber especificado este mismo acabado para las superficies de la escuela de San Pedro de Macorís en 1919, y otras en la República Dominicana de la misma época. La volumetría arquitectónica y el uso de materiales en las escuelas dominicanas es casi idéntico al de sus homólogas puertorriqueñas.

Otro elemento arquitectónico que se convirtió en un identificador de los edificios del equipo de Nechodoma-Hatch fue la preferencia de los mosaicos hidráulicos como suelos. Estos *mosaicos hidráulicos* son baldosas de cemento que miden 20 centímetros cuadrados por 2,5 centímetros de grosor con diseños muy coloridos. Las baldosas están compuestas por tres capas comprimidas en un molde mediante una prensa: una superficie superior fina y decorada; una capa intermedia de unión y que absorbía la humedad; y una capa de soporte inferior con el sello del fabricante. Sin embargo, el uso del término hidráulico para estas baldosas de cemento no se derivaba del uso de mortero hidráulico o cemento Portland como materia prima principal en el proceso de fabricación, sino que estaba directamente asociado a la prensa hidráulica utilizada en su proceso de fabricación.

La fama y aceptación de estos materiales para suelos en Europa, y en particular en Barcelona, se había llevado al Caribe hispano en la década de 1880 a través de catálogos, los propios mosaicos y por experimentados fabricantes catalanes. Estos técnicos formarían a trabajadores locales que crearían diseños originales en sintonía con la flora y la fauna locales. En la década de 1890, estas baldosas se producían y utilizaban ampliamente en toda la arquitectura del Caribe hispano. Su disposición más común consistía en un mínimo de tres diseños diferentes: el más elaborado y colorido formaba el patrón central, que luego se enmarcaba con un borde cuadrilátero y se completaba con un borde de transición de azulejos unicolores que simulaban una elaborada alfombra sobre un suelo liso (del Cueto 2015).

Tipos de edificios

Como resultado de la Guerra Hispano-cubanoamericana, la construcción de instalaciones educativas fue una prioridad para el gobierno de EE. UU. en sus territorios recién adquiridos, como Puerto Rico. La Escuela Pública de Vieques de 1907 se construyó con bloques de cemento moldeados, lisos y sin decorar, y permanece en la plaza pública principal de esta pequeña isla. En el folleto original de esta escuela, una página de un catálogo comercial de bloques de hormigón muestra una foto de la escuela y dice: «Escuela pública en Viequez (sic), Puerto Rico. Constructor F. B. Hatch. «La Junta de Educación de Puerto Rico utiliza exclusivamente piedra Hercules».[13] (Véase Fig. 4) Este documento indica que Hercules era una empresa estadounidense muy conocida de moldes metálicos para la fabricación de bloques, utilizada en la región, especialmente para las construcciones institucionales.

La confirmación de que Nechodoma fue el arquitecto y Hatch el contratista de la construcción de la escuela de Vieques indica que también colaboraron en proyectos institucionales públicos para la Oficina del Comisionado de Educación del Departamento del Interior de Puerto Rico, y no solo para clientes privados y grupos religiosos. El nombre de Frank B. Hatch, como constructor-contratista, apareció repetidamente en numerosos proyectos de las primeras escuelas de Puerto Rico. Sin embargo, los diseños de las escuelas se encomendaban normalmente al arquitecto supervisor del Departamento del Interior, por lo que no existen registros que muestren quiénes fueron los verdaderos diseñadores de estos edificios, aunque podemos considerar que algunos de estos proyectos escolares fueron diseños de Nechodoma.

Según el arquitecto historiador Dr. Enrique Vivoni, los proyectos escolares para Puerto Rico se encarga-

ban, a menudo, fuera del Departamento del Interior a arquitectos independientes. La creciente necesidad y la rapidez requerida para el diseño de estos campus exigían profesionales de probada experiencia, que eran escasos en la isla durante este período posguerra.

Residencias unifamiliares privadas también constituyeron un sector importante de estructuras de bloques huecos de hormigón y hormigón armado desde principios del siglo XX en Puerto Rico. Muchas de estas casas fueron diseñadas y construidas debido a la colaboración profesional de Nechodoma y Hatch entre 1907 y 1925. Aunque nunca se incorporaron formalmente, se sabe que su alianza duró dos décadas, como demuestran publicaciones de la época en las que se reconocía su trabajo conjunto. En general, estas residencias eran de una sola planta y estaban elevadas o parcialmente levantadas del suelo por escalones de entrada. A veces denominadas cabañas elevadas o *bungalows*, esta elevación se había convertido en un requisito de los Códigos Sanitarios para ventilar la parte inferior de la casa y proteger la planta baja de las sabandijas (Nechodoma 1918). Cuando Nechodoma finalmente comprendió el clima de estos trópicos, tan ajeno a lo que había conocido en su país de origen y en Estados Unidos, expresó, en los pocos textos de su autoría, que, para ventilar y refrescar los interiores de su arquitectura en el Caribe, tuvo que incorporar principalmente:

- Techos altos, con configuración a dos aguas, con un ático o espacio muerto entre la superficie exterior y el sofito interior para eliminar la entrada de calor,
- Aleros anchos para desviar la intensa luz solar directa en el Caribe,
- Grandes puertas y ventanas con travesaños operables y el uso de vidrio emplomado de colores «...marrón claro catedral o verde musgo...» para filtrar la fuerte luz solar, que, a la vez, proporcionara decoración (ventanas operables para permitir ventilación cruzada),
- Interiores con maderas oscuras para mitigar la luz exterior (Fig.7),
- Ornamentación con mosaicos y terracota de colores para evitar la monotonía de las paredes de hormigón desnudo, y
- Una planta baja elevada del terreno natural con suelos de madera que permitiera la ventilación adecuada del edificio (Fernández García 1923).

Figura 7. Interiores oscurecidos para mitigar la luz solar tropical de la mansión Georgetti, ca. 1920. *Colección privada sobre Nechodoma en Puerto Rico*, Arch. Otto Octavio Reyes Casanova

En la República Dominicana, entre 1908 y 1912, el arquitecto Nechodoma diseñó, entre otras estructuras, cuatro grandes residencias en la capital que se construyeron con bloques huecos de hormigón y hormigón armado, y que también exhibían pavimentos de mosaicos hidráulicos. La más temprana fue descrita como una «Residencia Tropical en Santo Domingo» de 1908. Las otras tres incluían residencias monumentales diseñadas para Federico Velázquez-Hernández, ministro de Hacienda del país 1910 (nunca construida), la residencia Vicini edificada dentro de la zona histórica de Santo Domingo en 1913, y una residencia construida con bloques huecos de hormigón para el banquero Santiago Michelena-Belvé en 1912. Al igual que en Puerto Rico, el diseño de *bungalows* y edificios institucionales fue una empresa de principios del siglo XX en Santo Domingo (Saylor 1911).

La singular Residencia Vicini de 1913, situada en la Zona Colonial de Santo Domingo, fue innovadora porque tenía techos planos y pisos intermedios construidos de hormigón armado. Esta residencia se distinguió por no seguir los mismos parámetros de diseño que las otras mansiones diseñadas por Nechodoma de la época.

Otros tipos de estructuras construidas por Nechodoma y Hatch tanto en Puerto Rico como en la República Dominicana fueron edificios comerciales, institucionales y de apartamentos, tiendas, fábricas, oficinas, hospitales y hoteles. Algunos de ellos tenían

dos, tres e incluso cuatro pisos de altura, construidos en su mayoría con bloques huecos de hormigón no reforzados o con hormigón armado. Entre los numerosos proyectos poco conocidos, se encuentran el Templo Masónico, la Fábrica Industrial Co. y el Edificio de Oficinas de la *Mayaguez Power, Light & Ice Co.* en Puerto Rico; así como el Hospital Amigo de los Pobres, los dormitorios de la Penitenciaría Nacional para presos y guardias en Río Nigua, y el Hospital Evangélico en Santo Domingo.

Hatch, como constructor, nunca dejó de anunciar su empresa y sus proyectos tanto en Puerto Rico como en la República Dominicana. Sorprendentemente, el trabajo de Nechodoma se publicaba con más frecuencia en revistas técnicas norteamericanas, donde se mostraban diseños y tecnologías innovadoras de construcción. Sin embargo, cabe señalar que el éxito de los proyectos de Nechodoma se debió en gran medida a la experta mano de obra de Hatch, como constructor-contratista, aunque rara vez, o nunca, se le mencionaba.

Como autor, Nechodoma tuvo la oportunidad de publicar artículos que explicaban sus conceptos de diseño, como el incluido en el Libro de Puerto Rico (Fernández García 1923), y en el número de diciembre de 1927 de la revista *The Western Architect*, pocos meses antes de su muerte. Es interesante constatar que este texto final, el cual define la filosofía para sus proyectos, se publicara en una revista de Chicago, que fue la ciudad donde el aparenta haber comenzado su carrera y donde los arquitectos más conocidos, Louis Sullivan y Frank Lloyd Wright, habían inspirado su propio trabajo. En sus propias palabras:

> ... No tengo la menor duda de que poco a poco está llegando a esta maravillosa isla una arquitectura completamente nueva: una arquitectura orgánica basada en las necesidades de las personas que viven hoy en nuestros trópicos, en condiciones climáticas completamente diferentes a las del norte helado; una arquitectura cuyos principios básicos deben ser la utilidad y cuya belleza y encanto nacerán de la simplicidad y la proporción... las cadenas de la tradición a las que están atados nuestros pensamientos deben romperse, nuestra imaginación, liberarse...[14].

Colaboraciones finales

Cabe destacar, tres villas importantes en Puerto Rico, debido a su escala y ejecución. La residencia Korber (Fig. 8), construida en 1916, fue la primera de la trilogía residencial. En parte, sigue existiendo y ha servido como sinagoga de Miramar desde 1950. Su gran emplazamiento original, considerablemente reducido en tamaño, desciende hacia una laguna, y originalmente ofrecía unas vistas impresionantes además de los beneficios de los vientos alisios. Su ubicación exuberante tropical inspiró a Nechodoma el diseño de los frondosos jardines, así como el uso de adornos de terracota vidriada y mosaicos coloridos para ornamentar los muros de hormigón. Su elegante interior, aunque sobrio y oscuro, incluía vidrieras y lámparas ornamentales que se han perdido con el tiempo. Está claramente documentado que Frank Hatch fue su constructor.

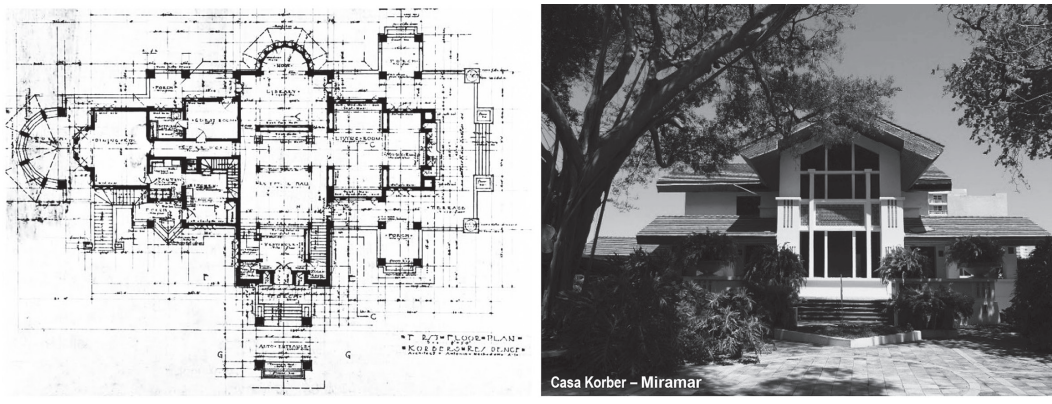


Figura 8. Planta y fachada frontal de la Casa Korber, hoy día Sinagoga de Miramar. Archivo de Arquitectura y Construcción de la Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, y foto por la autora

Figura 9. Fotografías de porciones de la mansión Georgetti durante su demolición en el 1983. Periódico El Mundo, San Juan, Puerto Rico

Una segunda villa, la mansión Georgetti, diseñada en 1917, fue una expresión impresionante y voluptuosa del estilo *Prairie School* en el Caribe (Fig. 9). Curiosamente, Hatch no fue el constructor de esta enorme estructura, ya que Nechodoma utilizó al contratista, José Montilla. La construcción comenzó en 1920 y no se completó hasta 1923, debido a las dificultades económicas provocadas por la Primera Guerra Mundial. La casona costó más de 50,000 dólares. El color lo aportaban las vidrieras y los diseños elaborados de su decoración en mosaico, que emulaban las hojas de café y sus granos. Esta ornamentación, así como las ventanas, la iluminación y el mobiliario de la casa, también fueron diseñados y producidos en el propio taller de Nechodoma en Monteflores. Desafortunadamente, 47 años luego de su construcción, esta emblemática mansión, aún intacta, fue demolida en 1971 debido a los altos costes de mantenimiento y a la evolución del entorno adyacente para uso comercial.

Una tercera villa, construida entre 1919 y 1920, la Casa Roig, es la más pequeña de la trilogía, y fue construida por Frank B. Hatch en un terreno extremadamente limitado. Su diseño incluyó la ornamentación que caracterizaba los proyectos de Nechodoma: coloridas vidrieras, así como mosaicos y elaboradas urnas de jardín de estilo *Prairie School*, además de herrajes con motivos geométricos para sus puertas y barandillas interiores. Esta estructura existe aún, en estado extremo de deterioro en la ciudad de Humacao, como Museo Casa Roig de la Universidad de Puerto Rico.

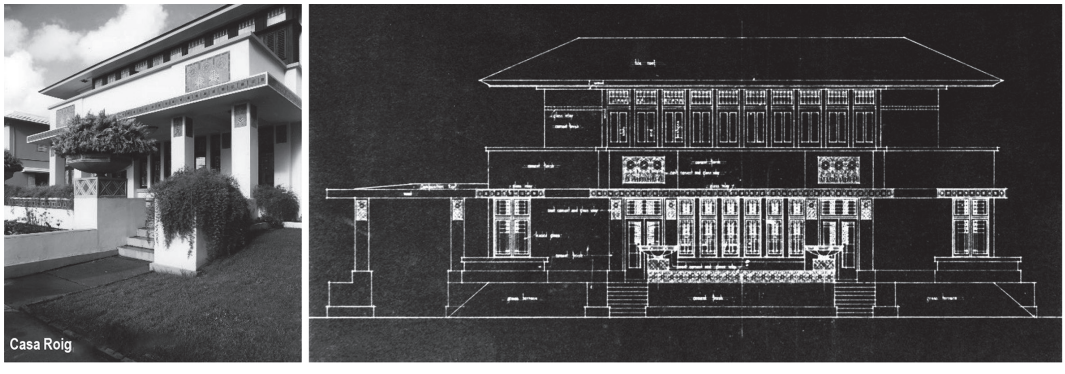


Figura 10. Detalle y dibujo de fachada frontal de la Casa Roig. Archivo de Arquitectura y Construcción de la Universidad de Puerto Rico, Río Piedras

Frank B. Hatch murió en 1925 mientras trabajaba como contratista de obras para la Escuela de Medicina Tropical, cercano a la entrada al Viejo San Juan.[15] La revista *Puerto Rico Ilustrado* cubrió ampliamente su funeral y entierro, al que asistieron importantes miembros de la sociedad puertorriqueña. Antonín Nechodoma sobrevivió a Hatch solo tres años, falleciendo en 1928.[16] Para entonces, había completado sus tres residencias más notables y de mayor escala en Puerto Rico, todas construidas en hormigón armado con techos inclinados de madera.

Conclusión

El impacto que tuvieron como equipo Nechodoma y Hatch en la transformación del entorno construido, así como en la configuración del diseño y las prácticas de construcción en la región, sigue siendo evidente, y sirve como una lección importante en cuanto a los roles colaborativos esenciales que debieran existir entre arquitecto y constructor. Según ilustra su obra conjunta, podemos estudiar las tecnologías de construcción emergentes durante las dos primeras décadas del siglo XX y el intercambio que las llevó al Caribe hispano tras el cambio de poderes resultante de la Guerra Hispano-cubanoamericana.

Esta notable simbiosis, es un caso clave en el Caribe en un momento de importantes cambios tecnológicos, políticos y económicos, pero que no es exclusiva a nuestra región; sino que pudo haber existido en otras partes del mundo también. Lo que se diseña no necesariamente se construye como tal. Esta interrelación no es un acontecimiento singular del Caribe, sino una realidad en el oficio de la construcción del cual se nutren los diseños con la estrecha colaboración entre arquitecto y constructor.

Notas

1 Nombre de la guerra hispanoamericana la cual los cubanos afirman es el correcto debido a que Cuba fue uno de los participantes principales involucrados en este conflicto bélico.

2. Hatch, Frank B. 1900. Census Place: United States Federal Census. Provo, UT, USA. Henry Barracks, Puerto Rico, Military and Naval Forces; Page: 7; Enumeration District: 0105; FHL microfilm: 1241838.
3. *San Juan News*, morning edition, Thursday, 3 March 1904. Colección Puertorriqueña, Biblioteca Lázaro, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras. (Traducido del inglés por la autora.)
4. Hatch, Frank Bond. U.S. Passport Applications, 1795-1925. Lehi, UT, USA. National Archives and Records Administration; Washington D.C.; Roll #: 458; Volume #: Roll 0458 - Certificates: 2500-2749, 23 Jan 1918-24 Jan 1918.
5. El estilo "*Prairie*" fue un movimiento arquitectónico estadounidense surgido en Chicago a principios del siglo XX, caracterizado por líneas horizontales, techos bajos con amplios aleros y una fusión con la naturaleza para armonizar la edificación con el paisaje del medio oeste estadounidense. Fue desarrollado por el *Prairie School* o la "Escuela de la Pradera", un grupo de arquitectos liderado por Frank Lloyd Wright.
6. Nechodoma, Antonin. (McClure, H&N) Jacksonville Florida City Directory, 1907, 591. *U.S., City Directories, 1822-1995*. Provo, UT, USA: Ancestry.com Operations, Inc., 2011.
7. "Recent work by Antonin Nechodoma", *Architects' and Builders' Magazine* X, no.7 (April 1909), 290-291.
8. La Junta de Misiones Nacionales de la Iglesia Presbiteriana de EE. UU. (*The Board of Home Missions of the Presbyterian Church in the U.S.A.*) proporcionó diseños prefabricados para templos de comunidades que no contaban con los recursos para contratar a un arquitecto. Estos diseños numerados (a partir de 1898) podrían haber influido en su reinterpretación en bloques huecos de hormigón para templos locales en el Caribe. Publicados en la sección titulada "Sección de Diseños Arquitectónicos de la Junta del Fondo para la Construcción de Iglesias", Nechodoma podría haberlos utilizado como inspiración, como lo hizo con los diseños de la Escuela de la Pradera de Frank Lloyd Wright. Vigésimo octavo Informe Anual, Junta del Fondo para la Construcción de Iglesias, Iglesia Presbiteriana de EE. UU., 1898, pág. 9. (Traducido del inglés por la autora.)
9. Anuncios de "Antonin Nechodoma–Arquitecto" y otro por separado: "Hatch & Carbia-Contratistas y Constructores Generales", Listín Diario, 19 Abril 1921, pg. 5, Latin American and Caribbean Collection, George A. Smathers Libraries, University of Florida, Gainesville.
10. *The Committee for the United Occupation of Santo Domingo* fue un grupo de misioneros estadounidenses enviados a establecer sus comunidades en la República Dominicana. (Traducido del inglés por la autora.)
11. Colección Thomas Marvel relacionada a Antonín Nechodoma. Archivo de Arquitectura y Construcción, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras.
12. Specifications for a High School Building for the city of Mayaguez, Porto Rico, 1915-19, Obras Públicas, Serie: Edificios Escolares, Caja: 1023, Exp.: 46- F, Folio: 1. Archivo General de Puerto Rico, San Juan.
13. Vieques Public School - Construction Specifications, 1907, hoja suelta de catálogo, Fuente: Obras Públicas,

Serie: Edificios Escolares, Caja: 1074, Archivo General de Puerto Rico, San Juan.

14. «El Estilo Ultramoderno. Los tipos ultramodernos de arquitectura residencial se han originado en los últimos diez años. Es un estilo que pertenece a la era del hormigón (*concrete age*) actual y es una expresión tanto de belleza como de utilidad… Sin embargo, la construcción con hormigón exige simplicidad en líneas y ornamentación, y los arquitectos puertorriqueños han respondido con nobleza a la tarea adicional que se les encomendó: crear gracia y armonía concebidos en líneas rectas y proporción… Debido a la luz tropical… todas las casas se oscurecen y se evita el exceso de luz en la medida posible. En lugar de ventanas de vidrio, se utilizan postigos con persianas operables cuando resulta práctico. Donde se requiere luz, el vidrio utilizado suele ser de color, como el vidrio catedral marrón claro o verde musgo… Las paredes de los edificios suelen construirse con hormigón armado, calculado para soportar las vibraciones normales de un terremoto… Casi todas las ventanas y puertas tienen travesaños móviles que llegan hasta el techo, lo que permite una mejor ventilación…» (Fernández García, 795-797). (Traducido del inglés por la autora).
15. Hatch, Frank Bond. Puerto Rico, Civil Registrations, 1885-2001. Provo, UT, USA. Registro Civil, 1836–2001. Departamento de Salud de Puerto Rico, San Juan, Puerto Rico.
16. Nechodoma, Antonio. *Puerto Rico, Civil Registrations, 1885-2001*. Provo, UT, USA. Registro Civil, 1836–2001. Departamento de Salud de Puerto Rico, San Juan, P.R.

Lista de referencias

Burton, Earl K. September 1915. "The Construction of Small Concrete Houses at San Juan, P.R.," *Concrete Cement Age* 7, no. 2, 100-105.

Comstock, William T. 1908. *Two family and Twin Houses*. New York: William T. Comstock.

Del Cueto, Beatriz. 2015. "Concrete Block and Hydraulic Cement Floor Tile in the Tropics: their advent, history and conservation." Un- published manuscript posted online at the James Marston Fitch Charitable Foundation website: www.fitchfoundation.

Del Cueto, Beatriz. Fall 2011. "The Development of Hydraulic Mortars, Cement, and Concrete in Puerto Rico", *Association for Preservation Technology Bulletin-Journal of Preservation Technology*, 42:1, 45-52.

Fernández García, E., (Ed.), 1923. *El Libro de Puerto Rico – The Book of Porto Rico*. San Juan, Puerto Rico: El Libro Azul Publishing Co.

Marvel, Thomas S., 1994. *Antonin Nechodoma – Architect, 1877-1928 – The Prairie School in the Caribbean.* Gainesville: University of Florida Press.

Marvel, Thomas S., Colección de documentos relacionados a la vida y obra del Arquitecto Antonin Nechodoma. Archivos de Arquitectura y Construcción de la Universidad de Puerto Rico, Río Piedras.

Nechodoma, A.I.A., Antonin. December 1927. "Concerning Architecture in Porto Rico". *The Western Architect*, 193-195.

Nechodoma, Antonin. April 1918 (7-10) and May 1918, (11-14). "Dwelling House Series", *Architecture and Building.*

Pensón, Enrique. 2005. *Arquitectura Dominicana 1906-1950.* Santo Domingo: República Dominicana, Mediabyte, S.A., 354.

Saylor, Henry H. 1911. *Bungalows*. Toronto, Canada: The Copp Clark Company, Limited, 50.

Simpson, Pamela. 1999. *Cheap, Quick & Easy – Imitative Architectural Materials, 1870-1930.* Knoxville, The University of Tennessee Press, 11.

Vivoni Farage, Enrique. enero 2006-julio 2010. "Una casa para Eduardo Georgetti". *Boletín de la Academia Puertorriqueña de la Historia, XXVI-XXX*, nos. 71-80, 107-153.

Miguel Fisac: experimentación con hormigón en un lugar de La Mancha

Ramón V. Díaz del Campo Martín-Mantero

Siempre, por intuición al principio y más conscientemente después, he dado mucha importancia a las texturas en los cerramientos (Fisac 2007, 43).

A lo largo de la década de 1970, se produjeron transformaciones significativas en la cultura arquitectónica en España, marcando un claro contraste con las décadas anteriores, caracterizadas por una vanguardia rigurosa y de carácter dogmático. Durante estos años, la arquitectura comenzó a orientarse hacia una mayor vinculación con su contexto histórico y geográfico, coincidiendo con los primeros pasos hacia la construcción de identidades propias dentro del nuevo marco autonómico español. Este cambio de enfoque se manifestó en una diversidad de estrategias, que incluían desde el interés por la preservación de conjuntos patrimoniales —como referentes de la memoria colectiva— hasta el diseño de obras inspiradas en estructuras vernáculas o en la reinterpretación de tradiciones artesanales. En este contexto, muchas de estas inquietudes pueden reconocerse en las propuestas desarrolladas por el arquitecto Miguel Fisac a lo largo de esa década.

Miguel Fisac (Daimiel, 1913 – Madrid, 2006) fue una de las figuras más relevantes de la arquitectura española en la segunda mitad del siglo XX. Su trayectoria se caracterizó por el desarrollo de un lenguaje arquitectónico propio y una concepción singular del espacio construido. Aunque su obra ha sido ampliamente estudiada en los últimos años —como corresponde a una figura de su relevancia—, lo cierto es que algunos aspectos de su producción han recibido mayor atención que otros. En particular, su trabajo a partir de la década de 1970 constituye una de las vertientes menos exploradas de su legado.

Fisac obtuvo el título de arquitecto en 1942 y formó parte de la denominada "primera generación de la posguerra española", según la denominación propuesta por Carlos Flores (Flores 1989, 201). Estos arquitectos iniciaron su carrera en un contexto de aislamiento cultural impuesto por el régimen franquista, para luego retomar progresivamente el uso de un lenguaje arquitectónico contemporáneo en sus obras. Fisac desarrolló una extensa trayectoria profesional que abarcó más de 60 años y más de 400 proyectos, consolidándose como uno de los arquitectos más constantes y productivos de su generación (Arques 2006, 6). Desde su primera obra, la iglesia del Espíritu Santo (1942), Fisac experimentó una notable evolución profesional que le otorgó reconocimiento tanto en el ámbito especializado como entre el público general.

Durante la década de los setenta, la reducción en la cantidad de encargos provocó el cierre de su estudio en Madrid, limitando su actividad a la realización de obras esporádicas. En 1977, se trasladó temporalmente a La Mancha, su región natal, donde pasó largos períodos en Almagro (Ciudad Real). Durante esta etapa, desarrolló varios proyectos, principalmente en la provincia de Ciudad Real, además de intervenir en trabajos anteriores. Resulta especialmente des-

Ramón V. Díaz del Campo Martín-Mantero – Departamento de Historia del Arte. Universidad de Castilla-La Mancha

tacable su labor en el patrimonio histórico de Castilla-La Mancha, con restauraciones como la del campanario del Convento de la Asunción (1977), el Teatro Municipal (1984) y los Palacios Maestrales (1985) en Almagro, así como los castillos de Calatrava la Nueva (1980) y Calatrava la Vieja (1981), entre otras intervenciones (Peris 2016, 443-465). La disminución de encargos llevó al arquitecto a dedicar parte de su tiempo a colaborar con diversos diarios y publicaciones. Su personalidad polémica hizo que su presencia fuera frecuentemente requerida en periódicos, coloquios y conferencias, consolidando una reputación que trascendía su labor profesional. Su firma apareció regularmente en medios como ABC y Blanco y Negro, donde expresaba sus inquietudes, reflexiones y críticas, contribuyendo a forjar una imagen controvertida, perfectamente sintetizada por Francisco Umbral: «El viejo arquitecto Miguel Fisac tiene algo de intelectual cabreado y algo de aldeano manchego» (Umbral 2006, 12).

Pieles de hormigón

La última etapa de su carrera fue la más incomprendida, ya que sus estudios, motivados por un interés singular en el hormigón, no encontraron reconocimiento entre sus colegas, sumiéndolo en una cierta oscuridad profesional, especialmente tras décadas de notable éxito. El interés por los materiales fue una de las características definitorias en la obra de Miguel Fisac, quien fue denominado por algunos autores como un «arquitecto inventor» (Cortes 1989, 77-101) debido a la expresividad que lograba imprimir a sus edificios mediante el uso innovador de los materiales. Siempre fue consciente de que la elección de ciertos materiales influía decisivamente en el resultado final, tanto en términos estructurales como estéticos. Los avances e investigaciones técnicas que llevó a cabo evolucionaron de la mano con su lenguaje arquitectónico. En la década de 1950, patentó un ladrillo especial para cerramientos; en los años 60 desarrolló diversas formas para cubrir espacios utilizando hormigón; y en los 70 introdujo los denominados «encofrados flexibles». Estas innovaciones reflejan la importancia que los materiales tuvieron en su proceso creativo y su visión arquitectónica. Esta particular búsqueda de una cualidad única y distintiva del hormigón culminó en una idea que Fisac aplicó en diversos edificios construidos durante ese periodo, como el Centro de Rehabilitación Mupag, la Parroquia de Nuestra Señora de Altamira, el Centro Social de las Hermanas Hospitalarias, así como en su propio estudio en el Cerro del Aire.

Su investigación se centró en identificar una característica exclusiva del hormigón, que encontró en su estado pastoso original. El arquitecto intentó desarrollar un tipo de molde que evidenciara que aquella masa había sido blanda en algún momento, con el propósito de conferir al hormigón una expresividad novedosa y propia:

> Pensé, al fin, después de estudiarlo detenidamente que, tal vez la característica más peculiar, más exclusiva del hormigón era la de ser el único material que llega a obra, o a su previa fabricación, en estado pastoso, que después, se solidifica. Y comprendí que posiblemente su más genuina expresividad plástica pudiera ser ésta: la de recordar (como huella genética) que había sido un material blando vertido en un molde. Y como característica de ese estado pastoso y blando, debería carecer de aristas vivas y presentar un aspecto redondeado, típico de todo material blando... (Fisac 2007, 43-45).

A partir de ese momento, Fisac experimentó con lo que denominó «encofrados flexibles», un innovador sistema de moldes para el proceso de encofrado. En una de sus patentes describió de manera general un procedimiento que, como se reflejó en su obra, permitió múltiples variantes según el tamaño de las piezas y las formas en que se imprimía el hormigón. El método consistía en la elaboración de encofrados con formas sencillas que conferían al material una apariencia completamente distinta a la tradicional. Sobre una estructura de madera y alambres se colocaba una lámina de material flexible —generalmente polietileno u otro plástico con propiedades similares— que generaba diferentes cavidades y formas durante el proceso de encofrado. El hormigón se vertía sobre dicho molde, permitiendo la formación de diversas superficies y creando muros que pretendían reproducir la huella genética de su estado pastoso original[1].

Este procedimiento permitía obtener piezas de hormigón con abombamientos, pliegues, arrugas e imperfecciones, generando un efecto completamente innovador. Además, su fabricación no requería mano de obra especializada y resultaba económica gracias al bajo costo de los materiales empleados en los mol-

des. En el archivo del arquitecto se conservan imágenes que muestran al propio Fisac sentado en un andamio, trabajando en la elaboración de hormigón flexible en una ermita de Almagro. En estas fotografías se aprecian los armazones, construidos con tablas, que contenían la lámina de polietileno utilizada para moldear el hormigón.

Convencido de la importancia y el potencial técnico y económico de sus ideas, Fisac decidió patentar varios de sus inventos, tal como hizo anteriormente con un ladrillo especial para cerramientos, luminarias integradas en techos y diversos sistemas estructurales, que van desde sus famosas vigas hueso hasta sistemas integrales para la construcción de edificios. El «sistema perfeccionado de encofrado flexible» obtuvo patentes en varios países a lo largo del tiempo: Francia e Italia en 1973, Bélgica y Estados Unidos en 1974, Gran Bretaña en 1975, Alemania en 1977 y México en 1978.

En 1977, aplicó este método en la construcción de un conjunto de viviendas en Daimiel (Ciudad Real). Se trataba de un proyecto de vivienda colectiva que buscaba maximizar el aprovechamiento de un solar ubicado en el centro de la localidad, en una parcela con un ángulo bastante pronunciado entre dos calles. El arquitecto conocía bien el lugar, pues allí se encontraba la casa de su familia durante varias décadas. El objetivo principal fue diseñar la compartimentación de cada vivienda en las diferentes plantas para optimizar el uso del terreno. Aunque no ofreció soluciones innovadoras en cuanto a la distribución interna —con salones y dormitorios principales orientados a las fachadas y el resto de las estancias organizadas alrededor de patios interiores— sí optimizó el acceso al solar mediante tres entradas diferentes, cada una con su núcleo de escaleras y ascensor, que daban acceso a dos viviendas por planta en una de las calles y al tercer bloque en la calle adyacente (Peris 2023, 301-309).

El revestimiento de la fachada, realizado con paneles prefabricados de hormigón moldeados mediante encofrados flexibles, fue el elemento que definió la identidad del conjunto residencial. La obra destacó por su ubicación en el centro de la localidad, muy cerca de la plaza principal y de una de sus iglesias. Sin embargo, sorprendentemente, Fisac relató en sus memorias que la zona no presentaba construcciones con características típicas de la región, por lo que decidió no incluir referencias a la arquitectura popular.

Figura 1. Vista exterior del edificio de viviendas en Daimiel (1977). Fotografía del autor.

No obstante, en los muros de hormigón del acabado exterior se buscó evocar las texturas encaladas sobre tapial, habituales en la arquitectura tradicional.

Las piezas de la fachada se fabricaron in situ mediante un método muy rudimentario. Al igual que en otros proyectos de esa época, el resultado fue una estructura de hormigón vista en el exterior, en la que se integraron los distintos paneles de hormigón flexible como elementos de cerramiento para las terrazas de las viviendas. La forma final de estos componentes proyectaba una imagen contundente y diferenciada del entorno urbano en el que se insertaron los bloques. Los paneles prefabricados se distribuyeron a lo largo de la fachada en más de diez variantes distintas de tamaño y forma. Estéticamente, estos elementos combinaban una apariencia pastosa y ligera con la contundencia y pesadez propia del material pétreo. Para evitar la monotonía, Fisac introdujo una variación notable en la disposición de las piezas en la esquina del edificio, utilizando dos niveles con configuraciones diferentes que rompían la continuidad en la solución del vértice.

Este sistema fue probado en otros proyectos menores en la misma zona. En 1982, Fisac desarrolló una promoción de 32 viviendas unifamiliares frente a la estación de tren de Daimiel, un conjunto sencillo con fachadas de ladrillo, en cuyo anteproyecto de balcones incorporó su solución de encofrados flexibles. Dos años después, en 1984, fue responsable de la construcción de una oficina bancaria en Carrión de Calatrava, un edificio modesto situado cerca de la plaza principal. Esta construcción incluía un local en planta baja para las oficinas de la Caja Rural y dos viviendas por planta. La fachada fue diseñada para armonizar con la paleta cromática predominante en la zona —principalmente blanca— integrando elementos de hormigón flexible que rememoraban el encalado típico del entorno rural.

Más adelante, Fisac edificó un conjunto de casi 300 viviendas de promoción pública en el barrio de La Granja, en Ciudad Real, un encargo del IPPV del Ministerio de Obras Públicas a través de la delegación provincial. Las viviendas, organizadas en bloques de tres plantas con una ordenación urbana interesante, contaban en su diseño inicial con un remate en el antepecho de la terraza del comedor, previsto con piezas de hormigón flexible que finalmente no se llegaron a ejecutar.

Al analizar estas obras, se observa cómo Fisac evolucionó desde una etapa centrada en la investigación del hormigón para resolver problemas estructurales y espaciales durante la década de 1960, hacia una fase posterior en la que su principal interés residía en las posibilidades estéticas del material. El arquitecto utilizó el hormigón como medio para profundizar en el eterno debate entre «forma y función», un tema de gran relevancia dentro de la cultura arquitectónica de los años setenta.

Figura 2. Viviendas en la calle Estación de Daimiel (1982). Fotografía del autor.

Reflexiones sobre lo popular

«La arquitectura, como el árbol, está plantada en un paisaje» (Fisac 2007, 21).

En diversos escritos y entrevistas, Miguel Fisac manifestó su sentimiento de incomprensión y desolación provocados por sus obras anteriores construidas en su localidad natal. Esta situación generó un distanciamiento hacia Daimiel, que se evidenció cuando decidió levantar una vivienda en la cercana población de Almagro. En 1978, Fisac adquirió en Almagro una antigua edificación compuesta por varios pabellones casi en ruinas, que en su momento funcionaron como molino de aceite y, más tarde, como cuadras para ganado[2]. Aprovechando esa vieja estructura, realizó una vivienda que, como afirma Luis Fernández Galiano, responde a una representación de su « retirada a un segundo plano y el regreso a los paisajes manchegos de su infancia». (Fernández Galiano 2009, 23).

En esta obra, Fisac trabajó sobre un fragmento del paisaje manchego, combinando elementos propios de su lenguaje arquitectónico con la tradición vernácula, con el propósito de evocar y activar la memoria del entorno. Uno de los principales logros de esta vivienda fue, empleando recursos limitados, replantear y actualizar los modelos arquitectónicos tradicionales. El resultado fue una arquitectura plenamente integrada y en armonía con el espacio, la historia del lugar y la trayectoria personal del arquitecto. Para Fisac, las construcciones populares encerraban valores constructivos y estéticos que resultaban perfectamente aplicables a una arquitectura contemporánea y moderna:

> La casita que se construye en un lugar sigue siempre no sólo ligada al paisaje por vínculos de clima, de color y de ambiente físico, sino también a otros morales, etnológicos, de idiosincrasia de los habitantes de esa región. Esa idiosincrasia ha creado espontáneamente una arquitectura popular –riquísima en España-; copiarla alegremente acarrea los tristes resultado que tan abundantemente co-

Figura 3. Fachada de la casa Fisac en Almagro (1978). Fotografía del autor.

> nocemos, pero desconocerla y olvidarla es privarse de un gran medio, si queremos que la nueva arquitectura sea humana, para hombres que tiene unas necesidades físicas que satisfacer, pero, además y sobre todo, que tiene alma (Fisac 1948, 23).

Para conseguirlo, Fisac tomó como punto de partida los recursos de la arquitectura popular, evitando sin embargo una interpretación superficial o trivial. Para él, lo vernáculo representaba un enfoque conceptual más que un simple repertorio de soluciones arquitectónicas. Varias de sus obras, construidas principalmente en la década de 1950, se basaron en elementos extraídos de los lenguajes populares manchegos, como el Instituto Laboral de Daimiel (1950-1953), el Mercado de Abastos de Daimiel (1955), la Casa de Cultura de Ciudad Real (1957) y la vivienda para la familia Pozuelo en Daimiel (1958), entre otras. Fisac conocía en profundidad la arquitectura popular de su región natal, donde nació y creció (Aparicio 2016a, 84).

En la fachada de la vivienda replicó el esquema característico de las construcciones locales: muros encalados con pequeñas aberturas (Peris 2023, 292). Sobre esta base tradicional, incorporó en el portón y el mirador piezas de hormigón flexible que él mismo moldeó a mano desde un andamio, convirtiéndose estos elementos en protagonistas destacados del conjunto (De la Roda 2007, 282). La casa de Fisac en Almagro ejemplifica la armoniosa combinación entre la arquitectura vernácula y el hormigón flexible, estableciendo un diálogo sugerente entre tradición y modernidad (Peris 2023, 358-359). Un elemento especialmente llamativo en la fachada es la singular

Figura 4. Detalle de la reja y del hormigón flexible de la casa Fisac en Almagro (1978). Fotografía del autor.

reja, diseñada por Fisac y elaborada por un artesano local, que refleja la meticulosidad con la que concebía su arquitectura, prestando atención incluso a los detalles más pequeños. Las obras de Fisac pueden considerarse poliédricas, conformadas por la suma de diversos componentes a los que el arquitecto dedicó gran cuidado: materia, espacio, jardín, mobiliario, iluminación, entre otros.

La vivienda presenta una distribución típica de las construcciones tradicionales de la región, en las que, tras atravesar el zaguán, se accede a un patio central en torno al cual se organizan las distintas estancias. La parte delantera de la casa se destinó a portal de acceso, destacando un gran portón de madera que evocaba el antiguo uso del inmueble como entrada para animales, carruajes y aperos de labranza. En torno al patio —protagonizado por un pozo y una higuera— se dispusieron los diferentes espacios habitables, adosados progresivamente a los muros laterales. Fisac llevó a cabo una cuidadosa restauración de estas dependencias, transformándolas en estancias pensadas para alojamiento temporal. La inter-

vención se realizó con profundo respeto por lo preexistente: se rehabilitaron los pabellones originales, se repararon las cubiertas con tejas antiguas y se incorporaron elementos procedentes de la casa familiar en Daimiel, como un artesonado histórico y puertas vidrieras, estas últimas adquiridas por su padre en el derribo de un edificio modernista en Madrid (De la Roda 2007, 64).

Las dos estancias disponibles en la vivienda fueron destinadas a cocina y comedor-sala de estar. En la planta superior se ubicaron los dormitorios, a los cuales se accedía a través de una escalera cuya forma y construcción remiten a la arquitectura popular tradicional. (Peris 2023, 358-363). Gran parte de la ambientación interior se realizó con elementos preexistentes, muchos de ellos recuperados de otros edificios, en un trabajo llevado a cabo, en buena medida, por la esposa del arquitecto, Ana María Badell. El resultado fue un proyecto de carácter íntimo, donde distintas piezas, tanto creadas como reutilizadas, se ensamblaron como si se tratara de un collage autobiográfico.

En 1982, Fisac diseñó una vivienda para Moreno Torres en Almagro, una obra que, si bien se distancia de la reproducción literal de formas tradicionales, logra integrarse con armonía en el entorno. Su fachada blanca, típica de la arquitectura popular, deja claro, no obstante, su carácter contemporáneo, estableciendo un sutil equilibrio entre tradición y modernidad (Peris 2023, 358-363). La implicación del matrimonio Fisac en la vida cotidiana de Almagro quedó reflejada también en otras obras del arquitecto en la localidad. En 1980, varios miembros de la Hermandad de Santiago acudieron a su nuevo hogar almagreño para presentarle un proyecto comunitario: reconstruir la antigua ermita de San Pedro. Fisac aceptó con entusiasmo este encargo, embarcándose en la realización de un tipo de edificación modesta, muy presente en el amplio y diverso patrimonio de Castilla-La Mancha. Al igual que en otras localidades de la región, Almagro se encontraba estructurada en distintos barrios, cada uno de los cuales contaba con una pequeña ermita[3], generalmente mantenida por los propios vecinos (Gómez Vozmediano 1998, 70). Desde el punto de vista formal, estas construcciones se caracterizaban por su sencillez estructural, austeridad volumétrica y escasa ornamentación. Al tratarse de espacios vinculados a la devoción popular, solían ser edificados gracias a las aportaciones de los habitantes del barrio, empleando materiales económicos como tapial o ladrillo, mientras que la piedra quedaba reservada para elementos estructurales clave como cimentaciones, portadas y pilares (Gutiérrez-Cortines 1996, 56-58).

La Hermandad de Santiago, al igual que otras similares en la región, tiene su origen en el tránsito entre la Edad Media y la Edad Moderna. Estaba compuesta mayoritariamente por personas de clase humilde y contaba con una agrupación armada, ya que se trataba de una cofradía religiosa de carácter militar. Entre sus funciones, destacaba la organización de las festividades en honor a Santiago, que incluían, entre otros actos, una corrida de toros celebrada el 26 de julio. Su sede original se encontraba en una pequeña iglesia situada a las afueras de Almagro, de la cual apenas se conservan referencias documentales y cuyo aspecto se desconoce, ya que, por razones que no han quedado registradas, a finales del siglo XIX el culto fue trasladado a la cercana ermita de San Pedro. Posteriormente, la hermandad desapareció, al igual que la ermita, que resultó gravemente dañada por el terremoto de Lisboa en 1755 y terminó siendo destruida durante la Guerra Civil (Mellado 1993, 12-14).

Años más tarde, en 1953, por iniciativa del párroco de la localidad, se reorganizó nuevamente la Hermandad de Santiago, comenzando poco después la reconstrucción de la ermita de San Pedro. Las obras estuvieron dirigidas por un maestro albañil local, se colocó la primera piedra en febrero de 1954 y finalizaron nueve meses después. Sin embargo, esta nueva edificación tuvo una vida muy corta, ya que se derrumbó poco tiempo después de su finalización. Durante la década de 1970, la hermandad retomó la intención de reconstruir el templo. En 1980, comenzaron los contactos con el Obispado y el Ayuntamiento para iniciar las gestiones pertinentes, al mismo tiempo que se organizó una campaña de recaudación de fondos para financiar las obras. Fue en ese contexto cuando se produjo el encuentro entre la Hermandad de Santiago y Miguel Fisac. El arquitecto aceptó el encargo de proyectar la nueva ermita, que se levantaría en el mismo lugar que las dos anteriores: en un solar ubicado en el extremo del casco urbano, en contacto directo con la vasta llanura manchega.

El proyecto respondía al programa funcional de una pequeña iglesia rural que, además de cumplir su función como templo, incluiría una sacristía y un espacio

Figura 5. Vista exterior de la ermita de San Pedro (1983). Fotografía del autor.

Figura 6. Miguel Fisac realizando el encofrado del hormigón flexible en la ermita de San Pedro. Fotografía: archivo de la Fundación Miguel Fisac.

destinado a las reuniones de la hermandad. Las obras comenzaron el 25 de julio de 1982. Miguel Fisac, en un gesto de generosidad y compromiso con el proyecto, no percibió ningún honorario por la elaboración del diseño ni por la dirección de la obra. La construcción fue asumida, en su mayor parte, por los propios vecinos del barrio y los miembros de la hermandad. El marcado carácter popular de la iniciativa hizo que el proceso constructivo se desarrollara sin una documentación técnica completa: no se elaboraron —ni se han conservado— memorias, planos ni presupuestos. La obra avanzaba de forma empírica, resolviendo los imprevistos sobre la marcha, día a día[4].

A pesar de la ausencia de documentación técnica formal, se ha conservado una valiosa colección de aproximadamente cincuenta fotografías, resguardadas en el archivo personal del arquitecto. En el reverso de muchas de estas imágenes, Fisac dejó anotaciones manuscritas que aportan detalles significativos sobre el desarrollo de la obra y permiten reconstruir los aspectos más singulares de esta experiencia arquitectónica[5].

Se incorporaron elementos propios de la arquitectura tradicional manchega, dando como resultado un edificio de volúmenes simples, con pocos vanos y grandes muros encalados. La cubierta se resolvió mediante cerchas metálicas apoyadas sobre los hastiales, sobre las cuales se colocaron tablones y tejas. La ermita presentaba una planta rectangular, con un ensanchamiento en la zona del altar que permitía la incorporación de un ventanal lateral, el cual se prolongaba en el tejado. Esta parte del edificio se elevaba ligeramente en el presbiterio, recurso con el que Fisac buscaba dirigir la atención del fiel hacia el altar, uno de los elementos más representativos en su arquitectura religiosa (Peris 2019, 42-43). En varias de sus iglesias, Fisac perseguía un efecto de dinamismo mediante la utilización de muros lisos que conducían la mirada del creyente hacia la cabecera. En ella, disponía una iluminación intensa mediante ventanales laterales ocultos, que no eran visibles desde el interior, pero creaban una sobreexposición lumínica muy característica (Aparicio 2016b, 45).

El único elemento destacado en el exterior de la ermita era un cuerpo saliente ubicado en la entrada, conformado por un pequeño pórtico sostenido por un pilar y una ménsula. En esta pieza, el arquitecto aplicó uno de sus característicos hormigones flexibles. Con el fin de reforzar la integración del edificio con su entorno, Fisac también diseñó el espacio exterior. Su enfoque de lo vernáculo no se limitó al uso de materiales tradicionales, sino que impregnó todo el proyecto. Se incorporaron árboles autóctonos, un banco de piedra, un empedrado, así como una pila y el brocal de un pozo, elementos todos ellos propios del paisaje manchego (Díaz del Campo 2022, 23-39). La ermita fue inaugurada el 23 de julio de 1983 por el Obispo de Ciudad Real. El acto tuvo repercusión en varios medios de comunicación locales e incluso obtuvo cierta difusión a nivel na-

cional. El Padre Martín Delgado publicó un artículo en el diario ABC titulado «Milagro en Almagro», en el que relataba el esfuerzo colectivo que permitió la construcción de la nueva ermita (Martín Delgado 1983, 34).

Epilogo

A lo largo de su trayectoria, Miguel Fisac llevó a cabo en su tierra natal un importante conjunto de obras que abarcan desde equipamientos culturales y viviendas hasta intervenciones de restauración. Este cuerpo de trabajo, compuesto por casi cuarenta proyectos —algunos ejecutados y otros solo esbozados—, conforma un valioso legado patrimonial, reflejo de las distintas líneas de investigación que el arquitecto desarrolló tanto en contenido como en metodología. Gran parte de estas obras fueron realizadas durante la década de los años setenta, período en el que presentó propuestas singulares que incorporaban sus últimas innovaciones en el uso del hormigón, junto con reinterpretaciones de la arquitectura tradicional manchega. Este interés por lo vernáculo también se reflejó en su producción escrita; así, en 1985, el Instituto de Estudios Manchegos publicó su obra *Arquitectura popular manchega*, donde Fisac dedicó su atención a la "arquitectura que hace el pueblo". Con mayor precisión, él mismo afirmó que se trataba de la arquitectura que "hacen el pueblo y el tiempo" (Fisac 1985, 17).

Notas

1. Oficina Española de Patentes y Marcas, ES0382096, Miguel Fisac, «Sistema de encofrados flexibles para hormigón. Memoria de Patente», 1972.
2. Archivo de la Fundación Miguel Fisac, AFF 317, Miguel Fisac, «Proyecto de Casa Fisac en Almagro», 1978.
3. En Almagro existían numerosas ermitas. Por citar algunas de las más destacadas, intramuros estaban las de Santa Ana, San Benito y San Salvador. Extramuros se encontraban las de la Magdalena, San Pedro y San Pablo, Santiago, San Jorge, San Ildefonso, San Lázaro y San Juan. Más alejados del núcleo urbano se ubicaban Nuestra Señora de Zuqueca, Nuestra Señora del Monte, San Andrés, Nuestra Señora de Mirabuenos y Santa María de las Nieves.
4. Una situación similar se vivió en el proyecto de la Iglesia de Pumerajo de Tera (Zamora).
5. Archivo de la Fundación Miguel Fisac, AFF 348B, Miguel Fisac, «Proyecto de ermita de San Pedro en Almagro», 1983.

Lista de referencias

Aparicio Fraga, J. 2016a. *Memoria, Aprendizaje y Experimento. La invención del paisaje de Miguel Fisac*. Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Politécnica.

Aparicio Fraga, J. 2016b. El hálito de la tierra. Identidad y paisaje en la iglesia de Canfranc de Miguel Fisac. En *Actas del III Congreso Nacional Pioneros de la Arquitectura Moderna Española* , dirigido por M.T. Couceiro Nuñez, 32-49. Madrid: Fundación Alejandro de la Sota - Ministerio de Fomento.

Arques, F. 2006. Miguel Fisac (1913-2006). Un propósito experimental. *Informes de la Construcción*, 503: 5-9.

Capitel, A. 1986. *Arquitectura española años 50-años 80*. Madrid: Dirección General de Arquitectura y Edificación-MOPU.

Cortés, J.A. 1989. Miguel Fisac, arquitecto inventor. *BAU*: *revista de arquitectura*, 1: 77-101.

De la Roda, P. 2007. *Miguel Fisac. Apuntes y Viajes*, Madrid: Ed. Sciptum.

Díaz del Campo. R.V. 2022. Asimilando la tradición: Miguel Fisac y la ermita de San Pedro. *Academia XXII: revista semestral de investigación*, 25: 23-39.

Fernández Galiano, L. 2009. Miguel Fisac , un triángulo circular. En *La materia de la arquitectura*, Ciudad Real, Fundación Miguel Fisac, 2009, pp. 13-16.

Fisac, M. 1948. Las tendencias estéticas actuales. *Boletín Dirección General de Arquitectura*, 9: 323-336.

Fisac, M. 1985. Arquitectura popular manchega. *Cuadernos de Estudios Manchegos*, 16: 17-54.

Fisac, M. 2007. *Carta a mis sobrinos: estudiantes de arquitectura*. Ciudad Real: Fundación Fisac.

Flores, C. 1989. *Arquitectura española contemporánea*. Madrid: Aguilar.

Gómez Vozmediano, M.F. 1998. Devociones religiosas colectivas y conversos en Almagro: la cofradía de Santa María de Mirabuenos (S. XV-XVII). *Hispania Sacra*, 101: 65-100.

Gutiérrez Cortines C. y Griñan Montealegre, M. 1996. La devoción en el espacio: las ermitas en los territorios de las Órdenes Militares. *Inmafronte*, 10: 51-60.

Martín Delgado, J.L. 1983. Milagro en Almagro, *ABC,* 22-VII-1983: 34.

Peris Sánchez, D. 2016. Miguel Fisac y la restauración monumental en Ciudad Real. En *II Congreso Nacional Ciu-*

dad Real y su provincia, coordinado por F. Alía, 443-465. Ciudad Real: Instituto de Estudios Manchegos.

Peris Sánchez, D. 2019. La ermita de san Pedro en Almagro. *Diario Lanza*, 27-IX- 2019: 42-43.

Peris Sánchez, D. 2023. *Miguel Fisac. Vivienda 1943-2006*. Ciudad Real: Fundación Fisac.

Sánchez Migallón, T. 2018. La obra de Miguel Fisac en Daimiel. En *IV Jornadas de Historia de Daimiel, coordinado por* Celis, A. y Clemente, D., 193-208. Ciudad Real: Ed. Ayuntamiento de Daimiel.

Umbral, F. 2006. Miguel Fisac. Los Placeres y los días. *El Mundo,* 15-V-2006:), 12.

La Escuela de Arquitectura de San Sebastián (1988). Aspectos constructivos de un edificio de la *Tendenza*

Lauren Etxepare Igiñiz
Itziar Rodríguez Oyarzabal
Iñigo Lizundia Uranga

Tras la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) comenzaba a gestarse una corriente arquitectónica que renovaría la visión de la modernidad predominante en la Europa de entreguerras. En contraposición a la *tabula rasa* que en relación con la arquitectura del pasado promovieron los *Congrès International d'Architecture Moderne* (CIAM) celebrados entre 1928 y 1937, y a pesar de los estragos producidos por la guerra en algunas ciudades europeas, el nuevo movimiento no rehuía la historia, ni pretendía arrasar con la ciudad histórica (Ferlenga 2020).

El epicentro de esta corriente, que recibió el nombre de *Tendenza* y se mantuvo en vigor durante el último tercio del siglo XX, se encontraba en el norte de Italia. Entre los arquitectos que la impulsaron destaca Aldo Rossi (1931-1997), autor de *L'architettura della città* (Rossi 1966), el libro que acuñó el concepto de *Tendenza*. En él, el milanés reivindica que los problemas relativos al conocimiento siempre han estado relacionados con cuestiones de «tendencia», entendida esta como «opción realizada conscientemente»; según él, una arquitectura que no respondiera a una «opción consciente» difícilmente podría resultar útil. Junto con Rossi, arquitectos como Giorgio Grassi, Giuseppe Samonà, Massimo Scolari y Carlo Aymonino lamentaban que la producción arquitectónica del momento no respondiera más que a la fascinación por la tecnología y a una pretendida visión interdisciplinar. En respuesta a ello reivindicarían la plena autonomía de la disciplina para reafirmarse a sí misma y liberarse de toda forma de utopía tecnocrática (De Paola 2016).

Haciendo valer esta autonomía, y sin dejar de implicarse en el diálogo con la historia, los adeptos a la *Tendenza* trataron de impulsar una doctrina de carácter racionalista que diera luz a una arquitectura contemporánea, aunque alejada de otros movimientos coetáneos basados en la parafernalia tecnológica o en el uso exclusivo del color blanco, tan característico en las obras de Peter Eisenman y los *New York Five*, conocidos por su exposición en el MoMA, con motivo de la *Conference of Architects for the Study of the Environment* de 1969 (Migayrou 2012). En contraste con las obras de estos, los arquitectos de la *Tendenza* profesaban la necesidad de aunar el pensamiento racionalista con los tipos arquitectónicos del pasado, es decir, de integrar la ciudad moderna con los centros históricos, con el fin de conformar «un conjunto de muchas piezas integradas entre sí» (Rossi 1966). Para ello, consideraban imprescindible adoptar una premisa de tipo material y constructivo que reforzaría el carácter tectónico de sus obras: en lugar de revestir las fábricas de ladrillo o piedra con revocos y pinturas, defendían el empleo de la textura y el color natural del mármol, la madera o el ladrillo, para dotar a su arquitectura de un aspecto monumental que facilitara su integración en los tejidos urbanos históricos.

Quince años después de la celebración del último CIAM (1959), bajo los auspicios de la Exposición Internacional de Arquitectura de la Trienal de Milán

Lauren Etxepare Igiñiz; Itziar Rodríguez Oyarzabal; Iñigo Lizundia Uranga – Escuela Técnica Superior de Arquitectura de San Sebastián

(1973) y del Seminario Internacional de Compostela (1976), ambos dirigidos por Rossi, se confirmaría el alcance internacional de la corriente mediante la adhesión a esta de un grupo de arquitectos europeos que se revelaría sumamente influyente al cabo de los años. Desvanecido el furor provocado por las vanguardias de entreguerras, arquitectos como Oswald Mathias Ungers, James Stirling, Rafael Moneo, Álvaro Siza, Josef Kleihues o Eduardo Souto de Moura rehusarían replicar los estereotipos heredados de aquellas y asumirían que la única vía posible era «el diálogo entre personas que, habiendo abandonado las utopías de mediados de siglo, colaboraban dialécticamente en una reconstrucción basada en la seriedad» (Ferlenga 2020).

Matices vascos

El País Vasco fue uno de los lugares en los que con mayor intensidad se hizo eco la *Tendenza*, vigente durante los quince años transcurridos desde el fin del régimen franquista (1975) hasta el establecimiento de una nueva administración legitimada por el Estatuto de Autonomía de Euskadi (1979). Libros como *Origini e sviluppo della città moderna* (Aymonino 1965), publicado en español por la editorial Gustavo Gili (1972), o *La costruzione logica dell'architettura* (Grassi 1967), traducido por la Gaya Ciencia (1973), estaban de candente actualidad a comienzos de los setenta. Por influencia de estos, la delegación en Gipuzkoa del Colegio Oficial de Arquitectos Vasco-Navarro organizaba una serie de jornadas a las que fueron invitados los arquitectos más representativos del movimiento, como Massimo Scolari, Carlo Aymonino, Manfredo Tafuri y el propio Rossi, cuya figura comenzaba a conocerse en España gracias a los lazos que el catalán Oriol Bohigas venía estrechando con la escuela de Milán.

La atención que los arquitectos vascos prestaron a la *Tendenza* fue también fruto de una reacción ante la acelerada decadencia experimentada por no pocas ciudades industriales del País Vasco entre 1960 y 1975, periodo en el que se produjo una precipitada expansión urbana basada en modelos desarrollistas de muy bajo nivel cultural, que dio lugar a un desordenado crecimiento urbano de las periferias (Unzurrunzaga 1993). Se adivinaba, por último, la proximidad del fin de la dictadura que siguió a la Guerra Civil Española (1936-1939), y el consiguiente cambio de régimen político que demandaba una nueva arquitectura. Así es como algunos jóvenes arquitectos vascos comenzarían a ejercer con naturalidad una nueva arquitectura clásica, construyendo de forma consciente edificios simétricos y compactos, envueltos en paramentos de sillería, presididos por frontispicios y articulados por columnatas.

La presente comunicación contextualiza la construcción de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), inaugurada en San Sebastián a finales de 1992. Los autores de la comunicación, estudiantes de la escuela en los años noventa del siglo pasado y profesores en la actualidad, se han basado en el estudio del proyecto original y las fotografías tomadas durante su construcción para sacar a la luz los específicos aspectos constructivos que caracterizan a esta obra adscrita a la *Tendenza*, la cual muestra una riqueza material y constructiva sumamente interesante.[1]

Orígenes de la escuela de Arquitectura de San Sebastián

La escuela de San Sebastián inició su andadura en 1977, sin instalaciones específicas. Nacía como una sección filial de la Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona (ETSAB, Universitat Politècnica de Catalunya), responsable de expedir los títulos de los estudiantes vascos hasta 1983, año en que la sección fue elevada a Centro Superior de la UPV/EHU. Comenzó por impulso de Oriol Bohigas, director de la ETSAB a la sazón, y gracias a la mediación de Luis Peña Ganchegui, reconocido arquitecto guipuzcoano que impartía docencia en la escuela de Barcelona (Ocerin 2016: 270). Los primeros cursos, correspondientes al segundo ciclo del plan de estudios de 1964, se impartían en *Villa Yeyette*, una casa situada en el barrio de Intxaurrondo, proyectada en 1934 por Julio Sáenz de Barés. A medida que se incorporaban los cursos del primer ciclo hubo que habilitar unos pabellones prefabricados en el Campus de Ibaeta (1983), que vendrían a ser sustituidos más tarde por *Villa Asunción*, ubicada en el alto de Miracruz.

La escuela comenzó a ejercer su influencia antes de contar con un edificio específico capaz de expre-

sar su propia visión de la arquitectura. En este sentido, es muy significativa la publicación dedicada a los proyectos de fin de carrera más destacados defendidos entre 1979 y 1986, de marcado carácter didáctico, en la que los trabajos seleccionados dan a entender las preferencias del cuerpo docente (Peña Ganchegui 1987). Los proyectos, algunos de cuyos autores se incorporarían al tiempo como profesores, destacan por su carácter tectónico (Alonso 1988): la detallada y recia construcción de sus fachadas, cubiertas y pérgolas, en las que el orden clásico adopta un papel fundamental; la presencia del muro de fábrica, ya fuera de ladrillo caravista o de sillería, pleno de materialidad y textura; los juegos compositivos entre las impostas y cornisas de hormigón y los paños de fábrica; las elaboradas fachadas de gran grosor, los grandes arcos de medio punto en ladrillo caravista; elementos que pueden encontrarse en obras como la Schinkelplatz (1977-1988), de Rob Krier, o en el Museo Nacional de Arte Romano de Mérida (1980), de Rafael Moneo.

El proyecto del nuevo centro recayó sobre Miguel Garai, aparejador (1957) y arquitecto (1970) por la ETSAB, y profesor de la escuela desde 1977, al que Robert A.M. Stern definió como «clasicista fundamentalista» (1988, 131). Garai fue un defensor de la *Tendenza* durante su primera etapa profesional, y concibió sus proyectos a modo de manifiestos. Según él, la práctica de la arquitectura debía comenzar con la comprensión de la ciudad preindustrial, y la principal tarea del arquitecto no era otra que la reintegración crítica de la arquitectura en la tradición urbana. Sin embargo, en lugar de aferrarse a los estilos históricos, trató de destilar la arquitectura hasta depurarla en sus formas esenciales, para aplicarlas posteriormente a las circunstancias contemporáneas. En su búsqueda de lo esencial, el «clasicismo fundamentalista» de Garai pertenece a una tradición de reforma de la arquitectura, jalonada por periódicas llamadas al orden, en la que destacan Marco Vitruvio (s. I a.C.), Leon Battista Alberti (s. XV), Marc-Antoine Laugier (s. XVIII) o Adolf Loos (1870-1933), quienes reivindicaron una vuelta a los orígenes y una expresión «intemporal» que trascendiera las banalidades de la época que les tocó vivir (Stern 1988).

Garai emprendió el proyecto en 1983, encabezando un grupo formado por Santos Barea, que por entonces terminaba sus estudios de arquitectura en París, Pedro Fernández y el delineante Ángel Sánchez. Terminaron el proyecto en verano de 1988, y la construcción comenzó en 1990, con Garai y el aparejador Bingen Egia como directores de obra. La escuela, inaugurada a finales de 1992, destila simetría y proporción, aunque evita los gestos historicistas de Rob y Léon Krier y los excesos metafísicos de Rossi. Sobre una pauta establecida por una reiterada sucesión de pórticos, los arquitectos organizaron los espacios requeridos mediante la aplicación de geometrías puras basadas en cilindros, cubos y triángulos, un proceso al que Garai se refería como «esencialización de las formas arquitectónicas», el cual daría como resultado una composición de elementos de carácter plural perfectamente ensamblados entre sí (Stern 1988, 142), o «un conjunto de muchas piezas integradas entre sí», en palabras de Rossi.

La posición adoptada por Garai y Barea estaba alineada, de alguna manera, con la tradición vasca. Si bien los materiales habían cambiado, el impacto producido por la *Tendenza* resultaba semejante al que ciento cincuenta años antes ejercieran los arquitectos vascos formados en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (Laborda Yneva 2011, 18), quienes tratarían de aportar orden y serenidad a las villas medievales, proyectando mercados, fuentes y cementerios de factura neoclásica.

La arquitectura vasca de la *Tendenza* iba a contar por fin con una escuela proyectada según sus propios postulados, como si de un manifiesto arquitectónico se tratase. Sin embargo, no solo era la universidad; era un ambiente cultural del que participaban instituciones profesionales, como el Colegio Oficial de Arquitectos Vasco-Navarro, en el que arquitectos como Javier Cenicacelaya, José Ignacio Linazasoro, Iñaki Galarraga, Xabier Unzurrunzaga, Manuel Iñiguez y Alberto Ustarroz, partícipes de la corriente arquitectónica, ejercían influencia; empresas como la *Fundación Faustino Orbegozo Eizaguirre, Instituto de Arte y Humanidades*, que en 1988 comenzaría a publicar la revista *Composición arquitectónica*, e instituciones políticas como la Dirección de Arquitectura del Departamento de Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco, editora de la revista *Tecnología y arquitectura*, en la que se divulgarían las obras de arquitectura vasca del momento. La reedición, por otra parte, de una serie de premios de arquitectura, como el Premio Bizkaia (Mas Serra 1990, 10), ayudaría también a que la arquitectura vasca viviera una época dorada.

Aspectos constructivos de un edificio de la *Tendenza*

La escuela consiste en un edificio longitudinal de 106 m de largo, alineado con la plaza Oñati, al que se accede desde su extremo noreste. Una calle interior discurre por la planta baja, conectando un vestíbulo de proporciones egipcias con el paraninfo situado en el extremo opuesto (figura 1), al que se accede subiendo por una amplia escalinata. Transitado el vestíbulo, tras pasar bajo un puente de estructura de acero y tablero de madera con un fondo de color turquesa, se aprecia el gran corredor iluminado mediante una sucesión de lucernarios que ascienden hasta la terraza para captar la luz natural. La calle presenta una llamativa distribución de acabados y texturas que le confiere una especial calidez y que da un diferente carácter a uno y otro lado: a un costado, un friso de fábrica de ladrillo visto, barandillas de barra de acero pintadas al zinc y postes estucados en tono melocotón rematados por capiteles de acero corten (figura 2); al otro, una muralla inclinada de tabla de pino canadiense rematada por un entablamento; en el techo, las bases de los lucernarios hechos de pletinas de acero y vidrio armado, y en el suelo del vestíbulo del paraninfo, rodeada de loseta gris, una trama de bloques de vidrio que trata de hacer llegar la luz natural al espacio situado bajo ella. En contraposición a la materialidad característica de la planta baja y primera que conforman la calle interior, los acabados de las aulas y talleres de las plantas altas son manifiestamente austeros, y consisten en enlucidos pintados en blanco, puertas de paso pintadas en gris, y blancos techos de escayola.

Figura 1. Fotografía tomada tras la finalización de los trabajos, desde lo alto de la escalinata de acceso al paraninfo, en la que se aprecia la calle interior (Archivo de Miguel Garai).

Figura 2. Fotografía tomada durante la construcción en la que se observan los capiteles de acero corten (S. Barea).

Una sucesión de pórticos

La estructura se levantó sobre una sucesión de pórticos de hormigón armado separados alternativamente por crujías de 237 y 462 cm. Son pórticos de cuatro vanos, el último de los cuales alcanza los 10 m para albergar los talleres. Dada la poca consistencia del suelo sobre el que habría de construirse, la estructura se asentó sobre 160 pilotes de 600 mm de diámetro, enlazados a la altura de su cabeza por un entramado de encepados y riostras situado a una cota inferior a la del suelo del sótano (figura 3). La sucesión sistemática de los pórticos fue un recurso clave en trabajos anteriores de Garai, como su anteproyecto para la Zona Oficial de Irun (1976), realizado con José Ignacio Linazasoro (Frampton 1990, 27-30), y hacía deudor al proyecto de lo mejor del clasicismo nórdico

Figura 3. Fotografía de los trabajos de construcción del muro de sótano, encepados y vigas riostras (cedida por S. Barea).

anterior a la Segunda Guerra Mundial; pongamos como ejemplo la Biblioteca Pública de Estocolmo proyectada por Gunnar Asplund (1920). No obstante, el hormigón empleado en la construcción de la estructura quedó dispensado de ser mostrado, ocultándose vigas y postes bajo tabiques y techos de escayola, y recubriéndose los muros con raseos, estucos y baldosas blancas.

El ladrillo caravista

El ladrillo caravista constituye el material hegemónico en las fachadas de la escuela, si bien en su alzado sureste se encuentra combinado con una piel de piedra artificial. Consiste en una pieza cerámica rojiza, de dimensiones 24 x 11,25 x 4,75 cm, fabricada por Bonet Trenco en su fábrica de Alfara del Patriarca (Valencia). La dimensión de su soga, más el centímetro de la llaga de mortero de cemento, suman 25 cm, módulo en base al cual se determinaron todas las dimensiones que la estructura y los espacios del edificio adoptarían en planta. El grosor de la pieza (4,75 cm), a su vez, junto con el tendel de 1,25 cm, conforma un módulo de 6 cm, que condiciona las dimensiones de todos los elementos verticales; es el caso, por ejemplo, del peldaño de las escaleras interiores, cuya contrahuella es de 18 cm, o el de la altura alcanzada por la repisa interior de las ventanas, de 90 cm.

Era evidente la influencia italiana en la predilección que los arquitectos vascos de la *Tendenza* sentían por el ladrillo caravista. Como recordaba Grassi (2008), fue el genovés Leon Battista Alberti el primero en afirmar, cinco siglos atrás, que la arquitectura debía responder a «sistemas constructivos sencillos y de fácil puesta en obra, mediante materiales que se podían encontrar en todas partes, como el ladrillo, y articulada mediante elementos arquitectónicos idénticos, aptos para ser reproducidos en condiciones diversas». Añádase a ello la influencia de Bohigas (1962, 19), que tanto insistía en el respeto por el proceso de construcción y en valorar «la autenticidad del muro y del tabique ante el esquematismo de las falsas estructuras reticuladas que se amparan en una pretendida facilidad de montaje». Todo ello se manifiesta en el edificio, especialmente en su envolvente. Veámoslo.

La cabecera del edificio

La cabecera del largo edificio presenta un carácter rotundo. Está orientada al noreste, y consiste en una esbelta fachada de doble hoja cerámica. La hoja in-

Figura 4. Fotografía en la que se observa la construcción de la cabecera del edificio, con anterioridad a la aplicación del aislamiento y a la colocación del ladrillo caravista (S. Barea).

terior, un tabique de ladrillo hueco doble, queda confinada en el entramado formado por postes y forjados, mientras que la hoja exterior, de ladrillo caravista, se apoya, planta a planta, sobre los tacones armados que sobresalen a todo lo largo de las vigas de borde. La cabecera presenta un cuerpo central retranqueado, cuyo techo, elevado unos 14 m, fue resuelto con una losa bidireccional aligerada. A ambos lados del gran nicho, dos grandes lienzos ciegos se elevan para formar un rotundo testero que conforma el umbral de la puerta de acceso. A sus lados, ligeramente retrasados, los extremos de las dos fachadas laterales; una en ladrillo caravista, otra en piedra artificial.

Figura 5. Fotografía tomada durante la construcción, en la que se observa la fachada posterior y el empleo de piezas de acero laminado para la formalización de los huecos (S. Barea).

Un gran lienzo de ladrillo caravista

La fachada noroeste exhibe un impresionante lienzo compuesto por cerca de 60.000 ladrillos caravista, que incluye cuatro filas de ventanas con dinteles resueltos mediante distintos sistemas: cargaderos de hormigón prefabricado para los huecos de las plantas baja y última, y cercos con perfiles de acero laminado para los de los pisos intermedios (figura 6). El lienzo, de medio pie y formado por ladrillos dispuestos a sogas, se asienta sobre un basamento de sillarejo de granito rosa de Porriño (Pontevedra) rematado por un zuncho de hormigón, que es, a su vez, el borde del forjado de la planta baja. Con el fin de facilitar el proceso de construcción y paliar los efectos del sol poniente en los días de verano, los ladrillos se colocaron por paños sectorizados mediante juntas de dilatación dispuestas cada 8,87 cm; es decir por hiladas de 35 ladrillos y medio.

Del estudio de la documentación gráfica del proyecto y del documento de mediciones y presupuesto,[2] se obtiene que la solución proyectada consistía en un cerramiento convencional, entendido como la solución hegemónicamente empleada en España tras la guerra, cuya construcción, en el caso de las fábricas de ladrillo caravista, seguía el siguiente proceso: colocación de la primera hilera del tabique interior sobre el borde del forjado, formación en su parte inferior de una media caña recubierta con tela impermeable, levantamiento de la hoja exterior de ladrillo caravista, tendido sobre el intradós de esta de un raseo hidrófugo, proyección del aislante sobre el

Figura 6. Fotografía de la fachada noroeste (los autores)

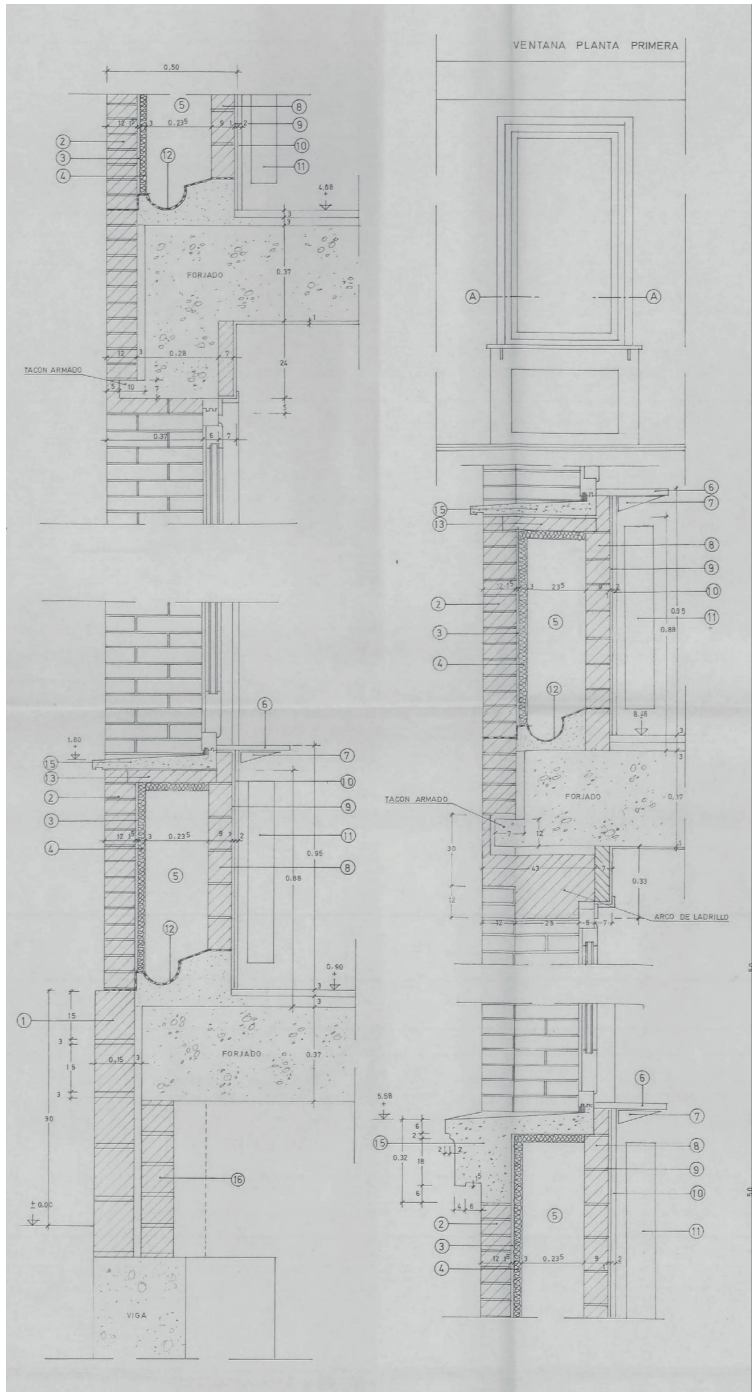


Figura 7. Detalle de las ventanas de la planta segunda, fachada noroeste, recortado del proyecto original (M. Garai, S. Barea)

Figura 8. Fotografía tomada durante la construcción, en la que se observa la inversión de la posición del aislante (S. Barea)

Figura 9. Fotografía tomada durante la construcción, en la que se observa la estructura de la fachada sureste (S. Barea)

raseo, y cierre de la hoja interior para su posterior enlucido y pintado.

Sin embargo, después de finalizar el proyecto y antes de abordar los trabajos de fachada, la dirección de obra decidió invertir el proceso constructivo, de modo que primero se construyera la hoja interior y la capa de espuma de poliuretano de 3 cm de grosor se proyectara desde el exterior, haciendo uso de andamios colgantes. Gracias a ello, la capa aislante adoptaba una mayor continuidad, aunque no absoluta, ya que la hoja exterior de ladrillo continuaría apoyándose en el tacón armado que sobresale del borde del forjado. Dado que el aislante quedaría en el extradós de la hoja interior, la dirección de obra consideró adecuado abrir una serie de orificios en la base y en la parte superior de cada uno de los tramos de fachada, omitiendo el mortero en determinadas llagas y facilitando un cierto grado de ventilación de la cámara.

Las ventanas, por su parte, conformaban un complejo sistema insertado en un cerramiento que absorbía en su interior a los postes de hormigón, de manera que su cámara de aire alcanzaba un considerable grosor. Las carpinterías interiores quedaban a haces interiores, y los alfeizares se hicieron en aluminio fundido (figura 8). Con el mismo criterio fue compuesto y construido el alzado opuesto a la fachada de acceso.

El telón de piedra artificial

El alzado sureste establece una dialéctica con la fachada opuesta. A pesar de que no se acceda al edificio desde él, se trata del alzado más expuesto. Es muy probable que su mayor presencia urbana indujera a los arquitectos a darle otro carácter. Con la excepción de su extremo suroeste, resuelto con la fábrica de ladrillo descrita anteriormente, la mayor parte de la fachada fue recubierta con un revestimiento de piedra artificial de color blanco, producido por Prefabricados de Hormigón Zueco (Haro, La Rioja). El revestimiento se compone de placas de 5 cm de grosor, ya sean planas o plegadas, fabricadas mediante vertido sobre moldes de plástico de una mezcla de áridos finos, cemento, pigmento inorgánico blanco y aditivos como el bicarbonato de sodio, el cual actúa como acelerador, provocando que la superficie del hormigón que entra en contacto con él se endurezca rápidamente formando una cáscara de acabado rugoso. De ahí la

Figura 10. Fotografía de la fachada sureste, en la que se observa la cobertura de piedra artificial de la primera planta (S. Barea)

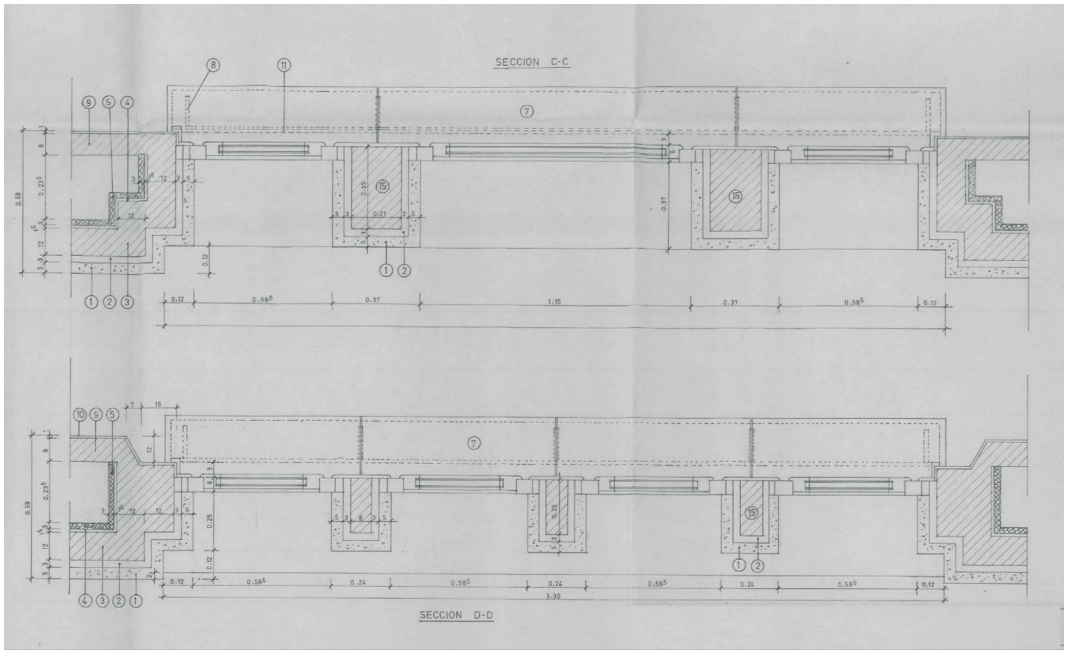


Figura 11. Detalle de las ventanas de la planta primera de la fachada sureste, recortado del proyecto original (M. Garai, S. Barea)

textura que presenta el telón de piedra artificial blanca, el cual fue adherido con un mortero de agarre sobre una fábrica de ladrillo hueco doble (figura 11). El encuentro y la superposición del aplacado de piedra sobre el lienzo de ladrillo, transición entre las dos soluciones de fachada, quedaría jalonado por una columna colosal rematada por una acentuada cornisa (figura 12), y todo el telón de piedra cobraría una especial expresividad, acentuada por la hilera de arcos que coronan los huecos de la primera planta, de evidente reminiscencia clásica (Artigues 1993).

El cilindro con el paraninfo y la biblioteca

El cilindro que se encuentra en el extremo sureste del edificio alberga el paraninfo en su planta primera y la biblioteca en la última. Consiste en un cilindro de base elíptica cuya estructura se compone de postes de hormigón embebidos en el grosor del cerramiento y una serie de celosías de acero laminado sujetando su techo: perfiles en T para las piezas más solicitadas y pares de perfiles LPN para las diagonales, unidos por soldadura de arco eléctrico y mediante intercalación de cartelas de chapa de acero. Sobre las celosías fue montada una losa maciza de 25 cm de grosor, base de la cubierta plana. A diferencia de la biblioteca, que consiste en un espacio exento, el paraninfo se conforma en su interior mediante un segundo muro paralelo al exterior en el que se encuentran los palcos. A la hora de perforar el muro interior para formalizar los balcones, los arquitectos evitaron los huecos rectos, optando en su lugar por una serie de arcos de medio punto, para la construcción de los cuales emplearon cimbras hechas con celosías de madera aserrada. La fotografía de una de las cimbras constituye una lección de construcción (figura 15), cuyo eco resuena aún en el interior de la sala.

Una lección de construcción

El edificio de la Escuela de Arquitectura de San Sebastián es un manifiesto arquitectónico cuya con-

templación requiere de una mirada avezada, tanto en términos constructivos como culturales, no en vano se trata de una obra que responde a una «opción consciente». En ella, el hecho constructivo juega un papel de primer orden, indisociable de la arquitectura, y constituye, por lo tanto, una lección de construcción para los cientos de estudiantes que año tras año acoge el centro.

Figura 12. Fotografía de la fachada sureste. Encuentro y la superposición de la fachada de piedra sobre el lienzo de ladrillo caravista (los autores)

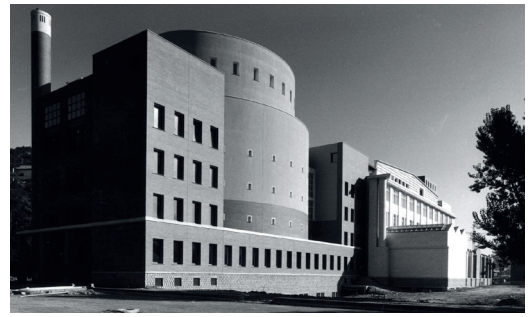


Figura 13. Fotografía de la fachada sureste, con su extremo en ladrillo caravista y el cuerpo cilíndrico de la biblioteca (Archivo de Miguel Garai).

Figura 14. Fotografía tomada durante la construcción, en la que se observa la estructura de celosías de acero laminado, sustentada por los postes perimetrales (S. Barea)

Figura 15. Trabajos de construcción del paraninfo. Obsérvese la construcción del muro de los palcos y el uso de cimbras de madera aserrada (Archivo de Miguel Garai).

Notas

1. Los autores, profesores del Grado en Fundamentos de Arquitectura (UPV/EHU) en las asignaturas 'Construcción I' y 'Construcción II', manifiestan su agradecimiento a Santos Barea por la información aportada, y dedican la presente comunicación a la memoria de Miguel Garai Ormazabal (1936-1923).
2. del proyecto original: *Construcción de la Escuela de Arquitectura. Proyecto de Ejecución*. M. Garai, S. Barea, P. Fernández, 1983-1992, Archivo Municipal de Donostia, A-04509.

Lista de referencias

Alonso, J.R. 1988. Proyectos de fin de carrera, 1979-1986, ETS de Arquitectura de San Sebastián. *Boletín académico*, 8: 60

Artigues, Rolando. 1993. Escuela de Arquitectura de San Sebastián. *Arte y Cemento*, 30.

Aymonino, Carlo. 1965. *Origini e sviluppo della città moderna*. Turín: Polis.

Bohigas, Oriol. 1962. Cap a una arquitectura realista. *Serra d'Or*, 55: 17-20.

De Paola, Pasquale. 2016. Planning Criticism: Operative Contingencies in the Project of the Italian Tendenza. *The Plan Journal* 1 (1): 31-44.

Ferlenga, Alberto. 2020. "Memorias singulares". *Aldo Rossi. Las memorias de mis proyectos*, editado por A. Ferlenga. Barcelona: Puente editores, 7-22.

Ferrero, Marco. 2004. *Architetture di pietra nella Roma del Novecento*. Roma: Palombi Editori.

Frampton, Kenneth. 1990. "On Basque Architecture". *50 años de Arquitectura en Euskadi*, editado por E. Mas Serra. Vitoria-Gasteiz: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, 27-30.

Gössel, Peter y Leuthäuser, Gabriele 2001. *Architecture in the Twentieth Century*. Colonia: Taschen.

Grassi, Giorgio. 1967. *La costruzione logica dell'architettura*. Venecia: Marsilio.

Grassi, Giorgio. 2008. *Una vita da architetto*, Milano, Franco Angeli, p. 37

Laborda Yneva, José. 2011. *El Proyecto de Arquitectura en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Las pruebas de examen de los aspirantes vascos 1776-1855*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, 18.

Mas Serra, Elías. 1990. "50 Años de Arquitectura en Euskadi". *50 años de Arquitectura en Euskadi*, editado por E. Mas Serra. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.

Migayrou, Fréderic. 2012. "La Tendenza: historical backlash". *La Tendenza. Architectures italiennes 1965-1985*, catálogo de exposición editado por F. Migayrou. Paris: Éditions Centre Pompidou.

Ocerin, Olatz. 2016. *Formación y profesión arquitectónica en el País Vasco (1774-1977). Origen y evolución de la profesión de arquitecto desde el siglo XVI hasta la creación de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura*. Tesis Doctoral (UPV/EHU).

Peña Ganchegui, Luis et al. 1987. *Proyectos de Fin de Carrera. E.T.S. Arquitectura de San Sebastián, 1979-1986*. Departamento de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura (UPV/EHU).

Rossi, Aldo. 1966. *L'architettura della città*. Venecia: Marsilio.

Stern, Robert A.M. 1988. *Modern Classicism*. Londres: Thames and Hudson, 131

Unzurrunzaga, Xabier. 1993. "Proceso de Urbanización del territorio de Gipuzkoa". *Planeamiento y Gestión Metropolitana Comarcal y Municipal*. Pamplona: Ediciones Universidad de Navarra, 55-71.

Constructores, asociaciones y negocios de la construcción Camagüey (1898-1959)

Norbisley Fernández Ramírez
C. Adela García Yero

La ciudad de Camagüey crece vertiginosamente en el periodo republicano y con ella, se consolidan las estructuras de construcción. Los temas constructivos heredados de la colonia se expandieron en gran variedad de soluciones relacionadas con lo comercial y el ocio. Surgen nuevas zonas residenciales y se revitaliza el centro colonial como espacio auténtico para transacciones financieras y negocios. Esto trae como consecuencia el aumento de la actividad constructiva y por ende, mayor demanda de intervención de profesionales de la construcción y de una mano de obra más especializada.x Lo anteriormente expuesto sustenta la necesidad de un estudio que recoja el nombre de los autores de la arquitectura republicana en Camagüey. Es decir se manifiesta un abundante e intenso resultado arquitectónico que crea las condiciones para que se realice un estudio sobre los constructores del período.

El presente estudio se presenta en forma de un registro que profundizará en el aspecto biográfico de personas vinculadas a las construcciones en Camagüey y de esta forma los avala como agentes (interventores—receptores) culturales. O sea el arquitecto o cualquier constructor al dar respuesta a las demandas de los clientes se convierten en soportes transmisores de la memoria cultural. Este acto de conciliación supone un intercambio de lo incorporado por ambos durante sus prácticas cotidianas. Se habla aquí de una creación y su consiguiente proceso de comunicación en el que se funden tanto lo académico como lo popular. De igual modo, se pretende profundizar en la historia de asociaciones que influyeron en el quehacer constructivo de la provincia en el periodo referido. Con ello se aspira a acrecentar el patrimonio cultural nacional al mismo tiempo que contribuye a engrosar los estudios regionales camagüeyanos. Es así como fuentes hasta ahora diseminadas o asuntos tratados con exigua profundidad a nivel local, como lo es el tópico de los constructores locales, son retomados y registrados.

Se hace necesario definir que no se trabajará con los ayudantes, carpinteros, herreros, ebanistas, marmoleros y graniteros como unidades de investigación individual. Su obra quedará representada colectivamente por los respectivos talleres. Aunque se mantiene la postura de variar el objeto de estudio en la medida en que el descubrimiento —o no— de la información lo permita. Así mismo, no se profundizará en las instituciones educacionales que contribuían a la formación de constructores por falta de información al respecto; pero consciente de la necesidad de este aspecto sí se realizará un acercamiento a las estructuras de la formación técnico-profesional en la ciudad para complementar la investigación. También es necesario aclarar que sólo se trabajará con fuentes e instituciones que se encuentran en la ciudad de Camagüey, Cuba.

Se emplea el enfoque epistemológico donde se integran las perspectivas cuantitativas y cualitativas atendiendo a lo expresado por los investigadores Dr.

Norbisley Fernández Ramírez; C. Adela García Yero – Universidad de Camagüey, Cuba

Sc. Luis Álvarez Álvarez y Juan Francisco Ramos Rico en su libro Circunvalar el arte. Cuantitativa porque el diseño de investigación, que contiene el problema y los objetivos, el cronograma y las variables de la investigación se estableció antes de comenzar la tesis y el enfoque cualitativo, al estar esta previsión sujeta a cambios a lo largo del trabajo de campo, pues como precisamente sobre el tema no se ha escrito mucho la autora puede encontrar algo que no ha sido tenido en cuenta, o alguna de las variables puede carecer de archivos y documentos que la acrediten como necesaria para el estudio.

Se emplean el método de la observación documental, la cual se aplicó a textos escritos de diversos tipos: actas, periódicos, documentos de archivo, cartas, asentamientos notariales, etc. Se usó, además el método de la triangulación de información, ya que este permite constatar, mediante el contrate de información con otras fuentes, la veracidad de los datos.

A continuación se describe la dinámica de la construcción en la ciudad: los aspectos de la formación y ejercicio de la mano de obra y los principales negocios del sector y las características generales del funcionamiento de las asociaciones. Se brinda además la relación con datos biográficos de los profesionales que trabajaron en la ciudad; la síntesis histórica de las asociaciones y las características de negocios que funcionaron en la etapa. También se explica brevemente los problemas detectados en las fuentes consultadas al respecto.

Constructores y negocios de la construcción en Camagüey

En la etapa republicana la provincia de Camagüey exhibía un variado cuadro de profesiones, tal y como se evidencia en la tabla a continuación, siendo los albañiles su fuerza motriz, seguida de los carpinteros, en correspondencia con la gran cantidad de fábricas de materiales de la construcción y carpinterías registradas, más adelante en Negocios (ver Tabla 1).

En cuanto a los profesionales en 1906 se gradúa la primera promoción de arquitectos cubanos, en la que se titula el camagüeyano Claudio Muns Blanchart. Si bien algunos de los temas anteriores son detalladamente explicados por Llilian Llanes en su libro Apuntes para una historia de los constructores cubanos, no se trató con profundidad el papel jugado por la competencia con los inmigrantes en el negocio de la construcción a nivel regional. Es así como los albañiles, arquitectos, maestros de obras e ingenieros que ya trabajaban en la región entran en competencia con constructores extranjeros que se encargarán de las obras industriales. Según el censo de 1907 Camagüey tiene 660 profesionales, de ellos 129 son extranjeros (ONE 2007) que a pesar de no representar una mayoría significativa eran muy solicitados, sobre todo por el afán burgués de imitar lo foráneo.

Los obreros trabajaban en condiciones desfavorables, por ejemplo, el salario no compensaba el desgaste físico, a pesar de tener tarifas comunes para el pago de los diferentes oficios, en muchos casos dependía del empleador y de la época que se estuviese viviendo. Además, muchos negocios no tenían establecida la jornada laboral fija, aunque el pago era diario. Sólo se pagaban por horas aquellos oficios cuya participación en la obra no demandara todo el día, tales como electricistas, ebanistas, etc. Otros trabajos tenían un pago fijo, así los azulejeadores, encofradores y la realización de pozos criollos se cobraban por m2. Según el testimonio de Andrés Benítez Fernández, le pagaban cada tres meses y para poder cobrar tenía que pagar 5 pesos en una tienda asignada o buscar un policía que cobraba lo mismo por recomendarlo en el banco (Jiménez 1978). Los datos obtenidos en esta investigación permitieron establecer un salario promedio en las diferentes funciones del constructor en la etapa republicana como aproximación (ver Tabla 2):

La formación en los oficios vinculados a la construcción se realizaba en los diversos talleres (marmoleros, graniteros, de carpintería, etc.) y se transmitía oralmente a través de generaciones, pues habitualmente los negocios de la construcción eran negocios familiares como la famosa carpintería “Rodríguez e Hijos S. A”, en todo caso en maestro tomaba un aprendiz, al que sólo pagaba una parte del trabajo y certificaba cuando este estuviera listo.

Otra forma de titulación era la gremial, por ejemplo, en el caso de los forjadores se estableció que cuando un aprendiz llevara más de 2 años en un taller y tuviera cumplidos los 18 años cualquier miembro podía solicitar su examen. Se le practicaba una prueba para certificar su nombramiento según la cual debía trabajar una semana en cada taller (3 talleres designados por el comité ejecutivo), sin retribución

Tabla 1. Profesiones de la provincia de Camagüey, Cuba

Oficios	**1899**	**1907**	**1919**	**1943**
Albañiles	269	468	1089	1388
Canteros	-	5	3	20
Carpinteros	651	1204	2171	3119
Ebanistas	1	2	62	-
Herreros	112	166	308	392
Ladrilleros	3	22	150	-
Pintores	40	81	273	574
Plomeros		2	29	56
Masilleros				14
Dec.y barniz	1			162

Fuente: Raúl Jiménez Pérez. Historia de los dignos hombres de los cascos blancos p. 16

alguna y en dependencia del informe de los maestros de talleres se le consideraría como oficiales. Si los informes no coincidían, el aprendiz debía trabajar 2 días más en cada taller, al final de los que otra vez se repetían los informes y así por espacio de 6 meses. Los oficiales que llevaran más de 3 años ejerciendo podían aspirar a maestros examinando de la misma forma que el aprendiz, pero pagando. Curiosamente de las 13 asociaciones estudiadas sólo dos hacen alusión al tema en sus estatutos.

Por lo general en estos oficios se empezaba a muy temprana edad, de aprendiz con un pariente o con un albañil u otro constructor al que la familia le encargaba el niño para que aprendiera un oficio.

En cuanto a los maestros de obras fueron los encargados de muchas construcciones en la ciudad. Aunque competían con profesionales tenían a favor todo un periodo colonial en el que fueron protagonistas de la construcción privada debido a la falta o escasez de titulados de nivel superior. Pese a esto no pudieron incluirse en registro de forma general pues no se encontró ningún documento original que documentara su título, solo se tiene constancia de su trabajo en la ciudad que se abordará de forma somera a continuación y se incluyeron aquellos que posteriormente alcanzaron títulos universitarios.

Entre los que laboraron a inicios de la etapa estaba Orlando Freyre, encargado del proyecto del teatro

Tabla 2. Pago diario aproximado en la etapa republicana (expresado en pesos)

Oficios	**Ayudante, Peón**	**Operario**
Albañil	hasta 2.50	3.30 (min) 9.00 (máx)
Alfarero	0.50	2.90
Azulejeador		2.00/ m2
Carpintero	1.50	2.70
Electricista		0.25./h
Encofrador		4.00/ m2
Escultor		2.00
Fundidor		2.35
Mosaístas		1.25
Plomero		2.10

Fuente: Datos obtenidos de Raúl Jiménez Pérez. Historia de los dignos hombres de los cascos blancos (elaboración de la autora).

Avellaneda y su posterior ampliación; Rafael Bastida (título asentado el 28 de marzo de 1916 según el Registro de inscripción de certificados profesionales del Archivo Histórico de Camagüey, p. 2), quien aprobó el proyecto del Teatro Principal —legado de otro maestro de obras español Juan Jeréz Arreaga (1850) —y Pompeyo Sariol (título asentado el 13 de junio de 1916, Registro de inscripción de certificados profesionales del Archivo Histórico de Camagüey, p. 5).

Así mismo también se destacaron los catalanes Jaime Cruanyas Feliú, quien intervino en la construcción de la iglesia del Sagrado Corazón acompañado de Antonio Moya (Más 2000) responsable de la casa de la Avenida Finlay No. 41 de marcada influencia Art Nouveau (Prieto 2010) y de la construcción de la gruta del Casino Campestre en 1919. Al primero se le atribuye también la Escuela de Artes y Oficios sit. en Dolores Betancourt esquina a María del Rosario, de quien fuera su primer director y se dice que llegó desde La Habana en 1913 expresamente contratado para las obras del Sagrado Corazón (Jiménez 1978, p. 13), luego de haber realizado la construcción del Convento Católico de Guanabacoa conjuntamente con Ramón Renté (radicado en la Isla desde 1906), quien llega a la ciudad en iguales condiciones. Este último construyó la iglesia sita en la calle Teniente Cañón, en la zona de La Vigía y Las Escuelas Pías, e intervino en la construcción de la Sociedad Popular Santa Cecilia.

Fue loable la labor de Muns Piqué, quien modificó la fachada del edificio donde funciona actualmente la Asamblea Municipal del Poder Popular. También se destacó Miguel Perulla quien se encargó de la casa del Sr. Robirosa Salvador Cisneros 169 entre Martí y Cristo (Colectivo de autores 2008). Así puede citarse a Nicolás Essa quien se encargó del Central Venezuela o Stewart en 1907-08. Así, los maestros de obra resultan substanciales dentro de la construcción del XX y ameritan un estudio más profundo.

Con el avance del siglo comienzan a radicar en la provincia jóvenes arquitectos que vienen impregnados de corrientes modernas; son graduados de la Universidad de La Habana y están ávidos por desarrollar una arquitectura diferente. Igualmente, la mayoría de los profesionales veteranos de Camagüey logran, por esta época, desprenderse paulatinamente de las viejas concepciones y contribuyen a difundir el movimiento moderno por toda la ciudad (Esquivel 2006, p. 68).

Por otra parte el 2 de marzo de 1922 se publica en el periódico El Camagüeyano un proyecto de Ley a la Cámara republicana que señalaba que solo podían dirigir una construcción los profesionales titulados: "la profesión de ingenieros y arquitectos ha venido sufriendo con el ejercicio de simulados técnicos carentes de título que los capaciten para ejercerla", más concretamente expresa en su artículo 4 que "los particulares no podrán poner al frente de sus obras o industrias a individuos que no posean el correspondiente título" así, este documento defiende la posición en el mercado del papel del profesional.

Camagüey heredó del siglo XIX la función del arquitecto municipal, aunque depauperadamente (Mazorra, sf), y con la obra de arquitectos e ingenieros como Pompeyo Sariol, José Acosta O´ Bryan, José S. Beltrán, y Manuel García Zubizarreta, etc. Durante inicios de siglo una cantidad considerable de construcciones será encargada a los maestros de obras. Estos últimos en número superiores a los anteriores. En 1907 existían 468 que en 1919 aumentaron a 1089, llegando a alcanzar la cifra de 1388 en 1943 (Jiménez 1978, p. 55). En esta investigación se pudo constatar además, que muchos maestros de obras se anunciaban como arquitectos en los directorios profesionales como por ejemplo Rafael Bastida (Aunarios Barlly-bailliére y Riere Reunidos 1918, p 536).

Un aspecto que debe destacarse es la poca presencia de la mujer en las carreras universitarias de la construcción. En el caso de nuestra ciudad documentos de archivo revelan la inscripción de cuatro mujeres arquitectas: Elena Antonia Ramos Ledón, que llegó a ser vocal del Colegio de Arquitectos de la Ciudad y figura como la primera arquitecta que tuvo la ciudad, María Elena Cobarrocas Zayas (inscrita en 1947), Lourdes Hernández Pérez (inscrita en 1948) y María Vietnia Rodríguez Espinosa.

Mientras que el número de profesionales graduados de nivel superior era comprensiblemente inferior: durante toda la etapa se tiene constancia de que laboraron en la ciudad 145 profesionales, de ellos 90 arquitectos y 64 Ingenieros civiles. La mayoría de ellos —y como ya se apuntó anteriormente— con doble titulación. Este es un gran avance si se consideran los datos de 1907 que ofrece la tabla 3:

Durante la etapa republicana operaron a nivel nacional varias compañías constructoras algunas extranjeras como la Pudy & Henderson, que construyó el Hotel Nacional e intervino en una parte de la cons-

Tabla 3. Profesiones de artes y oficios de la provincia de camagüey en relación con las existentes en el país (1907)

Oficios y profesiones	**Camagüey**	**Cuba**
Arquitectos y dibujantes	8	279
Herreros	166	3 668
Ing. Civiles y Agrimensores	64	804
Ladrilleros	22	228

Fuente: Datos ofrecidos en el Censo de la República de Cuba. 1907, p. 29 (elaboración de la autora)

trucción del Capitolio y en Camagüey se hizo cargo de la Iglesia Episcopal San Marcos en Avenida de los Mártires 88 entre Julio Sanguily y Simón Reyes y Banco Nuñez, situado en esquina de Hermanos Agüero y Cisneros (1915) o la Cuban American S.A., compañía de inversiones y construcciones que radicaba en República No. 71 (Directorio Social, Comercial y Profesional de la Isla de Cuba 1926, p. 48). En la década del veinte puede ubicarse una compañía cuyos dueños se apellidaban Cuesta, Barrio y Bieta.

Por otra parte laboraron en la etapa una serie de contratistas que tenían en sus filas un ejército de albañiles y que podían trabajar independientemente del arquitecto pues usaban dibujantes o recurrían al pago de la firma autorizada. Este tipo de relación se daba con arquitectos que vendían sus firmas al no poder establecer oficinas o quedarse por algún tiempo sin trabajo. Los comúnmente llamados firmones legitimaban planos realizados por constructores no titulados o dibujantes para los trámites de la construcción a muy bajos precios.

Entre los contratistas de la etapa se encuentran: Ladislao Álvarez— finales de los 30— Miguel Pons, Luis Masía García (este también se dedicaba a la venta de solares y fue secretario del Club Rotario de Camagüey), Sabino Marrero y Guillermo Fernández (español), que trabajó con la compañía Ferva, Cromita y Suroma, también de forma independiente en la construcción de la Carretera Central en la ciudad, y Ernesto Cuesta constructor del Teatro provincial.

Ante esta y otras dificultades generadas por la competencia, la mayoría de los profesionales tienen más de un título, y generalmente los graduados de arquitectura solían titularse de ingenieros civiles también para poder satisfacer más demandas, tal es el caso de José Salvador Acosta O´Bryan (titulado de ambas carreras en 1916), José Bombín Campos titulado de ambas carreras en 1926 o Nicolás P. Lluy Fuentes, graduado de arquitecto en 1926 y de ingeniero civil en 1938.

Además era muy usual que un profesional titulado tuviese varios negocios relacionados con su área, José Salvador Acosta O´Bryan, por ejemplo, tenía dos fábricas de mosaicos: una en Cisneros 9 C y otra en República 51, esto le permitía abaratar los costos de inversión y ofrecerle al cliente un servicio más completo, ya que estos no sólo contrataban los servicios de un arquitecto sino también a un contratista-proveedor de materiales.

Asociaciones

Por otra parte las asociaciones fueron un tipo de organización muy popular durante la República, pues aseguraban una especie de protección ante la competencia y al mismo tiempo gestionaba mayores espacios de acción, como por ejemplo el Colegio de Arquitectos.

El 20 de diciembre de 1933 La Gaceta No. 144 publica el Artículo 3 del Decreto Ley No. 3174 acordado el día 13 del mismo mes y año. Este artículo establece la colegiación obligatoria de todos los arquitectos. Al Colegio de Arquitectos de la Habana aparecido en 1916 le sigue el de la ciudad en 1933.

En nuestra ciudad aparecen registradas en el Fondo de Asociaciones del Archivo provincial el Gremio de Constructores de Obras, Gremio de Obreros Mosaístas y Ayudantes, Gremio de Albañiles y Auxiliares, el Sindicato del Ramo de la Construcción de Alfareros y

Auxiliares, la Asociación de Contratistas y Constructores de Obras, y el Sindicato del Ramo de la Construcción, entre otras. Para 1959: "existían en la ciudad sindicatos de las construcciones tales como albañiles, carpinteros, graniteros, equipos pesados, pintores y electricistas" (Jiménez 1978, p. 34). Todas entre los años 1916 y 1933. Lo que evidencia la actividad constructiva de estos años, además de ratificar la minoría de arquitectos e ingenieros respecto a los trabajadores de los oficios vinculados a la construcción.

Se hace necesario un señalamiento en este punto. Estas asociaciones, por lo general eran dependencias regionales de su homónima en la capital, con la que mantenían contacto. Todas están –al menos- mencionadas en el libro de Llilian Llanes pero se encontró una que, hasta lo estudiado, no tiene precedentes: la Asociación de Contratistas y Constructores de Obras de Camagüey, que será abordada en el registro de asociaciones.

Se evidencia en el estudio de estas asociaciones la gran diferencia existente entre profesionales y obreros. Las primeras velaban principalmente por el posicionamiento de sus miembros en el mercado, mientras que las segundas aspiraban a lograr el respeto de los derechos de los trabajadores, tales como horarios laborales de 8 horas o pago de indemnización por accidentes de trabajo y vacaciones, frecuentemente pisoteados por los superiores de las obras o talleres.

Como se ha mencionado, el tema de los salarios era común a las demandas de todas las organizaciones de obreros, este variaba de acuerdo a la época y al dueño del negocio, responsable de obra o contratista: un mosaísta podía ganar 1.25 diario, un peón de albañil 1.80 a finales de los años 20 y el operario 4.00 en 1925 y en la década del 30 subió a 4.60.

El 1ro de mayo de 1916 se realizó una manifestación obrera pidiendo el establecimiento de la jornada de 8 horas y el aumento de los jornales a los albañiles. El 20 de junio de ese mismo año albañiles y peones hacen huelga por los motivos antes expuestos (Periódico El Camagüeyano 21 de junio de 1916 .p. 4).

Los sindicatos funcionaron entonces como defensores de los intereses de los constructores. Existe constancia de las organizadas por sus dirigentes frente a abusos por parte los contratistas, responsables de obras y dueños de los talleres. Tal es el caso de la huelga organizada en 1946 por el Sindicato de Alfareros del Taller Azorín en demanda de mejoras salariales, el reconocimiento de la personalidad de los delegados sindicales en lugares de trabajo y mejoramiento de la higiene y condiciones de trabajo. Esta situación duró un mes, en el que los dirigentes sindicales se reunieron con el entonces dueño del tejar Manuel Azorín García, obtenido negativas a sus demandas (Testimonio de Ramón Fernández Urquiza. Presidente del Sindicato General del Ramo de la Construcción de Camagüey hasta 1952. En Jiménez 1978, p. 72). Esta huelga en el tejar Azorín fue continuidad de la lucha que impulsaban las organizaciones obreras de alfareros desde 1914.

Frente a esto existieron acciones para desmantelar este tipo de organizaciones, tal es el caso del asalto del Sindicato del Ramo de la Construcción por los mujalistas en 1947. Era frecuente también la inclusión de personas vendidas al gobierno o a entidades particulares como militantes de los sindicatos para lograr el derecho al voto –que se obtenía con el pago de la cuota sindical- y poner un títere en la dirección.

En 1935 se hace una huelga que fracasa porque se destruyen las asociaciones sindicales y sus líderes son encarcelados o asesinados. Pocos años después se reconstruyen el Sindicato de Carpinteros y Similares, el de Ayudantes de Albañiles, el de Alfareros y el de Pintores y Similares. Todos se integran al Sindicato General de Obreros del Ramo de la Construcción de Camagüey creada por la CTC en 1939. Este proceso de la disolución de los sindicatos de oficios y su integración en un único sindicato dura hasta 1941(Testimonio de Ramón Fernández Urquiza. Presidente del Sindicato General del Ramo de la Construcción de Camagüey hasta 1952. En Jiménez 1978, p. 78).

Las huelgas no constaban con el apoyo de los medios de prensa como El Camagüeyano o CMJK. El primero sólo muestra noticias relacionadas con robos o accidentes en los negocios, tal es el caso del accidente de Jorge Carrazana Boudet en su propio taller en 1954, aparecido el 1ro de abril en el No.77.

Por otra parte en las asociaciones de obreros se recaudaba dinero para aquellos que no tenían trabajo e incluso llegó a acordarse en el Sindicato de Alfareros que los desempleados trabajarían un día en distintos centros laborales. Este salario era pasado el sindicato y este, a su vez, al obrero.

Los catalanes tuvieron su propia asociación "Germanov Catalana" (1919-1925) que, a pesar de reunir a todos los constructores de esa región radicados en la ciudad no se incluye en esta investigación por ser una sociedad de recreo.

Tabla 4. Establecimientos asociados al tema de la construcción en el Camagüey republicano

Almacenes de maderas y materiales de la construcción	7
Aserraderos	18
Calera	4
Canteras	2
Carpinterías	132
Fábricas de bloques y tejas	1
Fábrica de ventanas de aluminio	1
Fábrica de losetas	15
Fábrica de mamparas	2
Fábrica de mosaicos, baldosas y similares	6
Fábrica de tubos (de barro o cemento)	5
Herrerías	15
Marmolerías	4
Taller de soldaduras	8
Tejares	66
Vidrieras	1
Total	287

Fuente: Archivo histórico Provincial, Camagüey, Fondo Establecimientos Comerciales (elaboración de la autora)

Negocios

En la ciudad se registraron un total de 229 negocios de la construcción entre herrerías, carpinterías, tejares, y establecimientos de venta de materiales de la construcción. La transferencia del negocio se debía a ventas, herencia o a la formación de asociaciones, por tanto, aunque un negocio puede haber pertenecido a varios dueños mantuvo la misma dirección, razón por cual se no se tienen en cuenta en la tabla 4 el número de veces que cerró o abrió.

Para poder registrar los negocios el dueño debía inscribirse previamente en el Registro de Comerciantes y poseer licencia municipal así como tener una matrícula de contribución industrial. Por tanto es muy posible que entre las trabas burocráticas y el pago de impuestos muchos negocios hayan funcionado ilegalmente, máxime situados como estaban en su mayoría en las afueras de la ciudad. Esta tesis se apoya en el hecho de que, curiosamente, muchos de los negocios anunciados en los directorios y guías comerciales no aparecen registrados de forma oficial. Además el dueño debía inscribir también la fecha de cierre del negocio, cosa que no se hacía, pues solo 16 solicitaron legalmente la baja.

Numerosos tejares estuvieron activos en la época, pueden destacarse la Condesa en la década del veinte, la Caridad activo por casi toda la década del 40, etc.: pero sin lugar a dudas el más famoso fue el de Azorín, más tarde llamado Hermanos Azorín, —cuya propiedad compartían Rogelio Azorín como responsable del Tejar y Manuel Azorín encargándose de la finca— tristemente célebre por los atropellos cometidos con sus trabajadores. Según el testimonio de Desiderio Carnesolta, antiguo trabajador del tejar, se convocó una vez allí un trabajo voluntario un domingo y como no fue nadie no pudieron trabajar en la semana porque cuando acudieron el lunes se les dijo

Tabla 5. Establecimientos comerciales especializados en construcción

Establecimientos de compra y venta de maderas y materiales de la construcción	3
Tratante de maderas del país	2
Venta de maderas del país	6
Venta de arena, tercio, piedras, cal y macilla	7
Venta de materiales de edificación	20
Venta de vidrieras y construcción de mamparas y persianas	3
Venta de tubos y canales	1
Total	42

Fuente: Archivo histórico Provincial, Camagüey, Fondo Establecimientos Comerciales. (elaboración de la autora)

que no tenían trabajo. Afortunadamente la intervención del Sindicato Provincial estimuló la reintegración de los obreros a sus puestos de trabajo. Por otra parte es necesario destacar que la mayoría realizaban producción artesanal. Para la década del treinta el tejar de Azorín ya estaba mecanizado, se hacían tubos y piezas vidriadas, ladrillos huecos y tejas artesanales y semimecanizadas. El barro se extraía de la finca Tenería y en 1935 sus hornos de leña fueron cambiados por sus homólogos de petróleo.

Por otra parte se determinaron 39 negocios destinados a la comercialización especializada de productos de la construcción (ver Tabla 5):

La mayoría dedicadas a la venta de materiales de edificación varios, usados o nuevos. Es necesario destacar que si bien estos son los negocios que aparecen señalados como de venta, muchos de los negocios registrados en la tabla anterior se encargaban, no sólo de la producción sino también de su comercialización.

De forma general el auge fundacional de los negocios se dio en las décadas del 30 al 50 (ver Anexo 4) proveyendo a la ciudad de una infraestructura en servicios que favoreció el comercio interno.

Conclusiones

Mediante esta investigación se pudo constatar el auge constructivo de la ciudad a partir del registro de 145 arquitectos e ingenieros civiles que laboraron en la ciudad, de ellos 90 arquitectos y 64 Ingenieros civiles. La mayoría con doble titulación. El estudio aportó una síntesis con datos laborales y biográficos en dependencia de la información encontrada a partir de la fecha y lugar de nacimiento, fecha de titulación y registro en la ciudad de Camagüey, mención de las principales obras, afiliación a alguna asociación y cargos desempeñados. Siempre especificando la fuente.

También era frecuente que los profesionales tuviesen uno o varios negocios relacionados con la producción y venta de efectos de la construcción, así como su relación con contratistas o maestros de obras con los que trabajaba de forma habitual.

Dado que las inscripciones en el registro regional se hacían personalmente y con la presentación de títulos académicos, se confirmó la amplia movilidad de los profesionales en la isla dado la reiteración con la que aparecen inscritos profesionales provenientes de otras regiones del país; aunque no se pudo, en muchos casos, encontrar la obra que hicieron en la ciudad.

Además, el Registro de Profesionales no tiene criterios de uniformidad cuanto a la inscripción de datos, así afamados constructores no aparecen en el registro. Por otra parte las inscripciones no aparecen en orden cronológico y no se especifica si los profesionales son de la ciudad o no, cuestión investigada en otros documentos.

También se confirmó la existencia de diferencias de género entre los profesiones: la mayoría eran hombres y sólo cuatro eran mujeres.

En cuanto a los maestros de obras, a pesar de su amplio trabajo en la ciudad no se pudieron incluir en

el registro en amplio número pues no se encontró ningún original que documentara su titulación, no obstante se reseñó su obra y se incluyeron aquellos sobre los cuales se encontró mayor cantidad de datos.

Se hallaron 329 negocios relacionados con la construcción: 287 de producción de materiales de la construcción y 42 destinados a su comercialización; de los cuales se reseñó el tipo de negocio, la dirección, las fechas de apertura e inscripción en el registro del Negociado Tercero, herencia o venta, el capital, el o los dueños, lugar de procedencia, edad y sexo y fecha de cierre.

El registro de establecimientos comienza en el año 1933, y aunque muchos negocios declararon una fecha de apertura anterior, sólo se cuenta con una parte de la información, así mismo no contó con indicadores del tipo de negocio que clasificaran y uniformaran la información: se pueden encontrar varias nomenclaturas para un mismo negocio, los tejares aparecen como tejar, fábrica de ladrillos, fábrica de ladrillos y tejas, fábrica de tejas y las carpinterías como carpintería, carpintería con taller, carpintero con taller, etc. Además no se inscribe ni el número de trabajadores ni las características del local.

La mayor cantidad de negocios de la construcción se registra en la década del 50, debido a los beneficios que tuvo la economía cubana en un mercado internacional marcado por las secuelas de la Segunda Guerra Mundial, entre otros factores.

Se confeccionó una síntesis histórica de las 13 asociaciones de trabajadores de la construcción existentes en la etapa, significativo avance respecto al periodo anterior en el que se documentó una sola asociación. De cada una se buscó la fecha y lugar de fundación, fundadores y membresía, objetivos principales y funcionamiento (cotización, principales actividades, elecciones, etc.).

Existían diferencias entre asociaciones de profesionales y aquellas de obreros. Las primeras cuidaban la posición de sus miembros frente a la competencia de los contratistas; mientras que las segundas demandaban el respeto de los derechos de los trabajadores y, en algunos casos aspectos relacionados con la instrucción. Pero en todos los casos resulta muy importante la pertenencia a un gremio, pues la mayoría de los registrados aparece como miembros de alguna asociación.

Por otro lado, aunque las fuentes de información están muy dispersas e incompletas, se logró conformar el registro que avala el presente cuerpo científico.

Lista de referencias

Aunarios Barlly-bailliére y Riere Reunidos S.A. *Guía directorio de la Isla de Cuba*, 1918.

Colectivo De Autores. 2008. *Camagüey-Ciego de Ávila: Cuba: guía de Arquitectura y Paisaje. An Architectural and Landscape guide*. Ed. Bilingüe. Sevilla: Camagüey.

Directorio Social, Comercial y Profesional de la Isla de Cuba. 1926.

Esquivel Andino, Diango. 2006. *El movimiento moderno en Camagüey entre 1940 y 1960. Edificios multifamiliares*. Tesis de arquitectura.

Jiménez Pérez, Raúl. 1978. Historia de los dignos hombres de los cascos blancos. Ponencia presentada a la *Segunda Reunión Nacional de Historia*. La Habana, 16 de noviembre de 1978,106 p.

Más Sarabia, Vivian. 2000. *La arquitectura habitacional ecléctica en el Centro Histórico de Camagüey*. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas, Universidad de Camagüey.

Mazorra Acosta, Henry. 2008. *El neoclasicismo en la arquitectura de Puerto Príncipe del siglo XIX*. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Sevilla.

Mazorra Acosta, Henry. s.a. Del Alarife al Arquitecto Municipal en Puerto Príncipe. En *Cuadernos de Historia Principeña*. *No. 4 Patrimonio legado al siglo XX*. OHCC.

Oficina Nacional De Estadísticas (ONE). 2007. *Los censos de población y viviendas en Cuba, 1907-1953*. Ciudad Habana.

Prieto Herrera, Óscar. 2010. Presencia de Cataluña en la casa de Finlay No. 41. *Revista Antenas*, *Tercera Época* 28 (enero-junio de 2010): 18–20.

Registro de inscripción de certificados profesionales del Archivo Histórico de Camagüey APHC.

La iglesia del Monasterio de Santa María de Armenteira y su cúpula de arcos entrecruzados

Paula Fuentes
Rosa Ana Guerra-Pestonit

Las bóvedas de arcos entrecruzados constituyen una variante singular de bóveda nervada en la que los nervios no convergen en el centro, sino que dejan un espacio central libre. Las primeras bóvedas de este tipo que se conocen son las bóvedas de la maqsura de la mezquita de Córdoba, construidas en la ampliación de al-Hakam II en el siglo X (Fuentes 2013). Desde entonces, se han construido varias en España, pero no son un tipo habitual, mucho menos en Galicia, donde la única que conocemos es precisamente la que cubre el crucero de la iglesia del Monasterio de Armenteira, fechada en el siglo XII. Fue precisamente la existencia de esta cúpula la que atrajo nuestra atención sobre la iglesia. En este artículo analizamos la historia de la iglesia y el monasterio al que pertenece, realizamos además un levantamiento con escáner láser que revela una serie de datos muy interesantes no recogidos en estudios anteriores, y recopilamos los datos conocidos sobre las intervenciones realizadas en la iglesia, especialmente en la segunda mitad del siglo XX.

La construcción del monasterio

El Monasterio de Santa María de Armenteira se encuentra en el municipio de Meis, en la comarca del Salnés (Pontevedra). La primera mención escrita del monasterio, entonces benedictino, data de 1151. Sin embargo, la presencia de una lauda de estola hallada en 1975 sugiere la existencia de una comunidad anterior a esa fecha (Valle Pérez 2012, 217). En 1162 el monasterio se integra en la Orden del Císter y estuvo habitado hasta 1835, cuando la desamortización provoca su abandono. Actualmente existe una comunidad cisterciense femenina, que regenta una hospedería.

La iglesia

Unas inscripciones en los machones de acceso al ábside y en la portada occidental, sitúan el inicio de las obras en el año 1167 y su terminación en 1212. La iglesia tiene planta basilical, con tres naves de cuatro tramos. La nave central, más alta que las laterales, se cubre con bóveda de cañón apuntada, de unos 9 m de luz. Las naves laterales, separadas de la central con arcos apuntados, están cubiertas con bóvedas de crucería, con una luz cercana a los 5 m. Cuatro arcos fajones apuntados separan los cuatro tramos de las naves, tanto en la nave central como en las laterales. En sentido longitudinal los tramos tienen una luz de unos 5,2 m, excepto el del coro, con una luz de 4,5 m.

El crucero no sobresale en planta. Los tramos laterales se cubren con bóveda de cañón apuntada, de directriz perpendicular a la de la nave. El espacio central, delimitado por cuatro arcos torales apuntados, se cubre con una bóveda de arcos entrecruzados. La ca-

Paula Fuentes – Universidad de Alcalá de Henares; Rosa Ana Guerra-Pestonit – Dr. Arquitecta. Investigadora independiente

Figura 1. Monasterio de Armenteira, ca. 1909 (Balsa de la Vega 1909, ©CSIC, CCHS, Biblioteca Tomás Navarro Tomás)

becera tiene tres ábsides, cubiertos con un tramo de bóveda de cañón y cerrando con un cuarto de esfera (Figura 2).

Valle Pérez (2012) propone de dos fases constructivas. La primera, vinculada al románico cisterciense más primitivo, comprendería la cabecera y el primer tramo de las naves, donde aparecen algunas variaciones respecto al resto de tramos. En el primer tramo de la nave central aparecen ventanas en el arranque de la bóveda que no se repiten en los tramos sucesivos (Figura 3).[1] En las naves laterales existen diferencias en el fajón que las separa del resto de tramos. Además, el contrafuerte entre el primer y segundo tramo tiene un escalonamiento en la parte superior que no tienen los demás (Figura 4). Sin embargo, no considera Valle Pérez que cambiara el equipo que realizaba los trabajos, cambio que sí debió ocurrir en el último tramo de la nave, donde probablemente entró un segundo equipo que se encargó de la conclusión de las naves de la iglesia, la fachada occidental y la cúpula del crucero, de la que se hablará más adelante.

La iglesia se asienta en un terreno inclinado, con caída hacia el noroeste.[2] Esto condicionó enormemente la construcción de la iglesia, hasta el punto de que el suelo se escalona en dirección longitudinal en varios tramos. La cabecera está a un nivel superior que la nave, que vuelve a descender bajo el coro. La portada occidental salva de nuevo un importante desnivel con el terreno. La diferencia de cota total entre el suelo de la cabecera y el terreno delante de la portada principal es de 2,83 m (ver Figura 2). Además, en sección longitudinal la clave del arco fajón más occidental de la nave central está situada 38 cm por encima de la de los arcos anteriores, generando una inclinación en la nave de cañón sobre el coro.

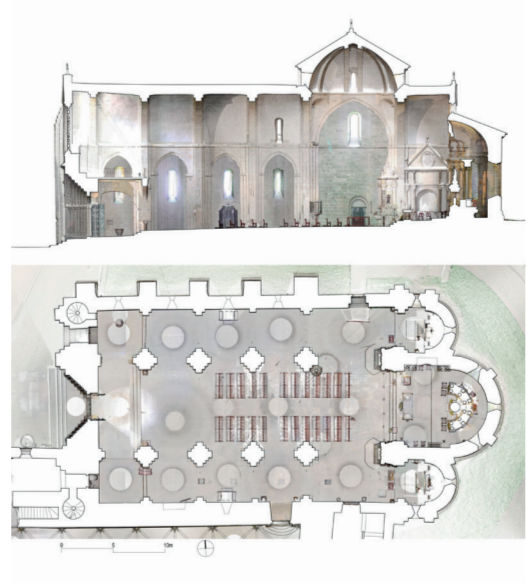


Figura 2. Planta y sección longitudinal de la iglesia de Armenteira (Dibujo de las autoras, 2025)

Figura 3. Interior de la iglesia de Armenteira (Foto: Autoras, 2012)

Figura 4. Fachada norte de la iglesia (Foto: Autoras, 2005)

Al exterior la iglesia es sencilla. En la fachada norte, cuatro contrafuertes recogen el empuje de las bóvedas. El que separa el primer y el segundo tramo, diferente del resto, está escalonado en la parte superior. Destaca de esta fachada el gran contrafuerte del crucero que linda con la nave, el oeste, de dimensiones mucho mayores que las del contrafuerte del lado del ábside. En la fachada principal también destacan dos contrafuertes en el lado norte, y uno en el sur, donde además se sitúa la torre campanario, construida en 1778 (Figura 4).

Si nos fijamos ahora en la sección transversal (Figura 5), los muros están desplomados, una situación que encontramos habitualmente en edificaciones abovedadas, donde el empuje de las bóvedas y un pequeño cedimiento del terreno, provoca una ligera inclinación de los muros. El muro norte es el más inclinado, con desplomes que van aumentando hacia el oeste hasta un máximo en el último contrafuerte (entre el tramo 3 y el del coro) de 2,5º. En el lado sur, el claustro impide mayores desplomes. La fachada principal tiene un desplome de poco más de 1º (medido en los contrafuertes), originado por la falta de contrarresto en la última bóveda.

Las naves se cubren con una única cubierta a dos aguas. Parece que la iglesia pudo ser concebida inicialmente para tener una cubierta independiente por

Figura 5. Sección transversal (hacia el oeste) por el segundo tramo de la iglesia de Armenteira. No hemos tenido acceso al bajo cubierta de las naves laterales ni a la planta superior del claustro. (Dibujo: Autoras, 2025)

cada nave. Esta hipótesis que plantea Valle Pérez (2012, 231) se justifica por las ventanas parcialmente ocultas de los brazos del crucero y del primer tramo de la nave, mencionadas anteriormente. Además, comenta el mismo autor que bajo la cubierta se puede ver el muro de la nave central, con contrafuertes prismáticos y una cornisa similar a la del resto de la iglesia.[3]

Sobre la cúpula del crucero sobresale un volumen prismático, de poca altura, del que se hablará con más detalle más adelante. Cabe destacar dos pequeños contrafuertes en cada uno de sus cuatro lados, coincidiendo con la posición de los arcos de la cúpula.

El claustro y otras dependencias

El claustro, adosado a la nave sur, no es el original, sino una reconstrucción iniciada en el siglo XVI. Tiene dos pisos y planta rectangular, cubierto con bóvedas nervadas. Una puerta da acceso desde el primer tramo de la iglesia al claustro. A partir del siglo XVI se renovaron casi todas las áreas comunitarias, y en el siglo XVIII se continuaron las reformas, se levantó la segunda planta del claustro, se construyó la sacristía nueva y la torre campanario, que data de 1778.

Obras realizadas en el Monasterio durante el siglo XX

En 1900, tras la desamortización y el abandono del monasterio, la iglesia se conservaba "bastante bien", mientras que del resto de dependencias, sólo se conservaban en pie parte del claustro y la celda abacial (Canitrot 1900). Una situación similar describe Balsa de la Vega (1909):

> La parte habitable (muy destartalada) es la que corresponde a la fachada principal. En ella vive el párroco. El resto hállase ruinoso en sus dos terceras partes y completamente depredado por los hombres pues se vendió todo cuanto tenía utilizable para edificación de casas. Las magníficas rejas de hierro batido de las ventanas y el suntuoso pasamanos también del mismo forjado y dorado a fuego de su escalera principal, se vendieron arrancándolas de cuajo y haciendo saltar los maineles y dinteles de aquellas y las gradas de esta.

A mediados del siglo XX se inicia una campaña de restauraciones llevada a cabo por la Dirección General de Bellas Artes. En 1961 se crea la Sociedad de Amigos de Armenteira, que continuará con una serie de actuaciones de restauración del monasterio.

1956-1959: Cubiertas

En 1945 se aprueba la concesión de 10000 pesetas para obras urgentes. En la memoria de justificación se destaca la importancia del monasterio, y se señala la cúpula de arcos entrecruzados. Se hace referencia al estado de abandono en que se encuentra, "con sus múltiples dependencias en su mayor parte arruinadas" (Ministerio de Educación Nacional 1945). Se señala que es preciso eliminar la vegetación que crece en el monasterio, solar el claustro que en ese momento se encuentra inundado, y corregir la entrada de agua. Por lo demás se considera que el monumento se encuentra bien conservado. Se acompañan a esta memoria cuatro fotos en las que se aprecia la gran cantidad de vegetación. En la foto del claustro se ve la ausencia de cubierta. Estas obras se comenzarían en 1956, llevadas a cabo por los arquitectos Luis Menéndez-Pidal y Francisco Pons-Sorolla.

El primer proyecto se centra en la restauración de las cubiertas de la iglesia. Se había hundido una parte importante de las cubiertas y el agua se acumulaba sobre las bóvedas, calando al interior (Menéndez-Pidal y Pons-Sorolla 1956). Este proyecto será el primero de una serie que continuará hasta 1969. Plantea la eliminación de la cubierta de madera, podrida e inutilizable según los arquitectos y de la que no ha quedado vestigio, y su sustitución por una cubierta de rasilla sobre tabiquillos apoyada en las bóvedas. Sobre la rasilla se colocó teja curva del país recibida con mortero de cal. La sustitución se comenzó por el ábside central, presbiterio y cimborrio, quedando el resto de la iglesia para sucesivos proyectos. Se planteó también la eliminación de la vegetación que dañaba las fábricas de los muros del ábside, quemando las raíces que penetraban en las juntas con ácido, restaurar y rejuntar las cornisas de esa parte de la obra, y el repaso de desagües y bajantes.

En 1957, una vez ejecutado el proyecto anterior, se continúa con otro proyecto en la misma línea que sustituirá las cubiertas de los ábsides laterales, brazos del crucero y primer tramo de la nave (Menéndez-Pi-

dal y Pons-Sorolla 1957). Se continuará con las naves en 1958 (Menéndez-Pidal y Pons-Sorolla 1958) y se terminará al año siguiente (Menéndez-Pidal y Pons-Sorolla 1959).

1961-1963: limpieza de muros, carpinterías, electricidad y rosetón

En 1961 los arquitectos redactan un proyecto de limpieza de muros, pilares y bóvedas de la iglesia. Así mismo se plantea la sustitución de sillares rotos, consolidación de grietas y zonas destruidas por obras de diferentes épocas. Por último, se añade la restauración del rosetón (Menéndez-Pidal y Pons-Sorolla 1961).

En el expediente de las obras de 1963 se comentan las obras realizadas hasta el momento en la iglesia, (algunas de las cuales no aparecen en los proyectos anteriormente mencionados): nuevas cubiertas, recuperación de los niveles originales del primer tramo de las naves, desmontaje de elementos y repisas de órganos del coro "que deformaban la estructura" y limpieza interior de paramentos en bóvedas y pilares de la nave central. Se plantea ahora continuar con la limpieza de paramentos de la iglesia y reponer la sillería dañada en arcos y pilares por el coro suprimido y hacer reparaciones diversas en la puerta principal, ventanales, etc. Además, se instalará una nueva línea eléctrica. Se especifica que la reposición de la sillería destruida se llevará a cabo con piedra y labra igual a la antigua. La limpieza de paramentos se realizará con las mismas especificaciones que en el proyecto de 1961. Las ventanas metálicas se limpiarán y repararán, sustituyendo los cristales rotos, y las de madera se sustituirán por otras metálicas. Se acomete también la reparación de la puerta principal, cortada en la parte inferior cuando se elevó el nivel del pavimento (Ministerio de Educación Nacional 1963).

1968-1969: reparación de la torre, claustro

En 1968, después de los sucesivos proyectos explicados y según el propio Pons-Sorolla, la iglesia se consideraba "restaurada y en magníficas condiciones de contemplación" (Pons-Sorolla 1968). Sin embargo, a principios de noviembre de 1968 había caído un rayo sobre la torre, dañando el cupulín. Debido a este evento caen varias piedras sobre la cubierta de la iglesia y del claustro que habrá que reparar. Inmediatamente se zunchó la torre y se retiraron los sillares caídos. En mayo de 1969, con el atado de la torre ya realizado se presenta el proyecto para proceder al desmontaje del cupulín, previa numeración y ejecución de planos de despiece, para su posterior reconstrucción, sustituyendo los sillares que no se pudieran reutilizar (Pons-Sorolla 1969).

Se plantean además otras obras complementarias: la restauración de la puerta principal y la pavimentación de la galería baja del claustro, que se realizaría con enlosado de granito sobre hormigón en masa.

1970: Claustro y saneamiento de la fachada de la iglesia

Después de estas intervenciones la Asociación "Amigos de Armenteira" continuó las obras en el claustro. En una placa descubierta en 1970 en el claustro, esta Asociación agradece al Ministro de Educación y Ciencia la reconstrucción de esta parte del Monasterio. Para entonces no se habían terminado las obras de la iglesia, torre y zonas anejas, estas sí, llevadas a cabo por la Dirección General de Bellas Artes (Castro Fernández 2007, 754). Castro Fernández (2007) menciona la restauración de otras zonas del monasterio que no aparecen en los archivos conservados en el Archivo General de la Administración, como la cocina conventual y su cámara subterránea.

En un documento conservado en el Archivo General de la Administración, y con fecha de abril de 1978, se menciona que la iglesia necesita una reparación urgente de la cubierta, solicitada en 1976. "de no realizarse en el próximo verano, no podrán seguir celebrando los cultos en aquella hermosa iglesia –Monumento Nacional–, en el invierno". No tenemos constancia de obras en la cubierta durante esta época. La cubierta se había sustituido entre 1956 y 1959. Quizá los desperfectos causados por el rayo en 1968 no se habían reparado aún.

No tenemos noticias de más intervenciones en la iglesia hasta que en 1976 se desmonta la zona de terreno alrededor del ábside y fachada lateral para sanear el edificio. Estas obras dejaron ver que la cimentación en la zona del ábside no se encontraba en buen estado, lo que llevó a un nuevo proyecto. En

este proyecto, redactado por el arquitecto Enrique Barreiro en 1979, se detalla que las obras consistieron en "movimiento de tierras, explanación y nivelación, formación de un muro de contención y canalización de aguas pluviales". Se plantea el recalce de la cimentación en la zona del ábside y fachada lateral (Barreiro 1979, 1980). Parece que faltaban algunos sillares en la zona baja que había que reponer. Estas obras fueron también patrocinadas por la Asociación "Amigos de Armenteira".

Actuaciones recientes

Más recientemente, la Xunta de Galicia ha realizado unas intervenciones en dos fases, la primera entre 1991 y 2006, y la segunda a partir de 2009, consistentes en "trabajos de limpieza y restauración de fachadas, en especial la portada; de relevo y restauración de las carpinterías […]. Al mismo tiempo, se acometió el enterramiento de acometida eléctrica, se construyó una cuesta de acceso lateral para facilitar la accesibilidad al templo, y se drenó el pavimento del atrio con el fin de mejorar sus condiciones de conservación." (Xunta de Galicia 2014).

La cúpula

Uno de los elementos más singulares del monasterio es la cúpula del crucero de la iglesia. El crucero pasa de la planta cuadrada a la octogonal mediante trompas en las esquinas. Sobre las trompas, una pequeña cornisa sirve de arranque a una cúpula de arcos entrecruzados, en la que los cuatro nervios se entrecruzan dejando un cuadrado central. Otros cuatro nervios diagonales arrancan sobre las trompas y mueren al encontrarse con los vértices del cuadrado, con una dovela especial con una pequeña decoración. Entre los dos pares de arcos se abren cuatro pequeñas ventanas que iluminan el crucero. Los pares de arcos que discurren paralelos a la nave pasan completos, mientras que los perpendiculares se interrumpen. Los nervios son de granito visto, mientras que la plementería está revestida (Figura 6).

Valle Pérez (2012, 233) atribuye la presencia de esta cúpula en Armenteira a la llegada al monasterio de un nuevo equipo de constructores, dirigido posiblemente por Petrus Froya:

Figura 6. Cúpula del crucero (Foto: Autoras, 2012)

> "En el colectivo que comandó Petrus Froya, en todo caso, tuvo que haber artífices de progenie musulmana o, como mínimo, buenos conocedores de sus propuestas, experimentados en sus tradiciones constructivas. La pureza de las soluciones mudejarizantes que se emplearon en la campaña por él encabezada (la cúpula del crucero, sin precedentes conocidos en Galicia, es, de nuevo, el elemento clave de referencia) hacen esta hipótesis incuestionable."

Las bóvedas de arcos entrecruzados tienen diferentes patrones, siendo la de Armenteira uno de los más sencillos. El trazado es similar al de otras bóvedas de arcos entrecruzados, como la del crucero de las iglesias segovianas de San Millán y la Vera Cruz (Figura 7, arriba). Con la diferencia de que en Armenteira se añaden los cuatro nervios diagonales, inexistentes en las segovianas.

Las tres iglesias se construyeron en los mismos años. La de Armenteira se comenzó en 1167. La construcción de la iglesia de San Millán se sitúa en la primera mitad del siglo XII (Fuentes 2013, 317-18), y la Vera Cruz está fechada por una inscripción en 1208. Anteriores a estas tres iglesias, encontramos una pequeña bóveda de trazado similar en uno de los nueve compartimentos en que se divide la Mezquita del Cristo de la Luz, en Toledo, fechada en el año 1000 (Figura 7, abajo, izquierda). De dimensiones mucho menores, la planta de la que parte la bóveda es cuadrada. En la misma ciudad y partiendo de una planta rectangular

Figura 7. Fotos de cúpulas de arcos entrecruzados, de izquierda a derecha y de arriba a abajo: iglesia de San Millán, Segovia; iglesia de la Vera Cruz, Segovia; Mezquita del Cristo de la Luz, Toledo (Fuentes 2013); capilla de la Asunción, Monasterio de Santa María la Real de las Huelgas, Burgos (Torres Balbás 1949)

se construye otra bóveda con cuatro nervios paralelos dos a dos la bóveda en la mezquita de las Tornerías. Aunque la disposición de nervios es similar, el que no haya transición a una planta octogonal supone una gran diferencia con la cúpula de Armenteira.

También se la ha relacionado con la bóveda de la capilla de la Asunción, en el Monasterio de Santa María la Real de las Huelgas en Burgos (Figura 7, abajo, derecha), por ser también un monasterio cisterciense. Sin embargo, a pesar de pertenecer al mismo tipo, hay importantes diferencias. La planta de esta capilla es cuadrada, y pasa a la planta octogonal mediante cuatro trompas. Por encima, cuatro pares de arcos arrancan de los lados del octógono entrecru-

zándose y dibujando en la parte central una estrella de ocho puntas. El dibujo de la estrella puede aparecer por la eliminación de una pequeña parte de cada arco, alterando su continuidad.

Aunque San Millán es el paralelo más próximo, se observan diferencias entre ambas. En Armenteira no existe una cornisa cuadrada bajo las trompas. El octógono base de Armenteira es más irregular, siendo los lados paralelos y perpendiculares a la nave bastante más largos que los diagonales, y además, se añaden como ya hemos comentado cuatro nervios diagonales. Por otro lado, la plementería entre los nervios no tiene aristas marcadas, a diferencia de San Millán, donde ocho aristas configuran una bóveda de ocho paños (Fuentes 2012).

Geometría de la cúpula

El tramo del crucero tiene una planta prácticamente cuadrada, de unos 8 m de lado. La cornisa que se construye por encima de las trompas dibuja un octógono casi equiángulo, pero no regular. Los lados de las trompas son mucho más pequeños (unos 2,45 m) que los otros (unos 4,6 m).

Los arcos son prismáticos, con dovelas vistas. En planta tienen un ancho de unos 46 cm. Este ancho se mantiene constante en los arcos longitudinales, que pasan enteros, pero se reduce en el tramo central de los arcos transversales, que se interrumpen al encontrarse con los anteriores. Este tramo de los arcos se diferencia del resto. El ancho del arco oriental se reduce a 38 cm. En el mismo tramo del arco transversal oeste, el ancho se reduce hasta aproximadamente 42 cm (Figura 8). Además en este tramo las dovelas se orientan en dirección perpendicular a la plementería (Figura 9). La distancia entre cada par de arcos es de alrededor de 85 cm, manteniéndose bastante regular entre cada par de arcos (Figura 8).

La plementería es apuntada, irregular, especialmente en el lado este (donde veremos que también se producen irregularidades en el exterior). En el lado oeste, entre los pares de arcos hay una superficie muy parecida al cuarto de esfera, pero en lado este hay deformaciones importantes que se pueden apreciar en las curvas de nivel (Figura 8, derecha).

En alzado, los arcos paralelos a la nave son apuntados, con un radio del orden de 4,6 m y centro por debajo de la línea de imposta. Los arcos perpendiculares a la nave no tienen forma apuntada, pero comparten el mismo radio de 4,6 m hasta su intersección con los otros arcos. En el tramo central estos arcos son prácticamente planos (Figura 10, abajo).

Hay que señalar que bajo el arranque de los arcos diagonales hay un descenso visible en la corni-

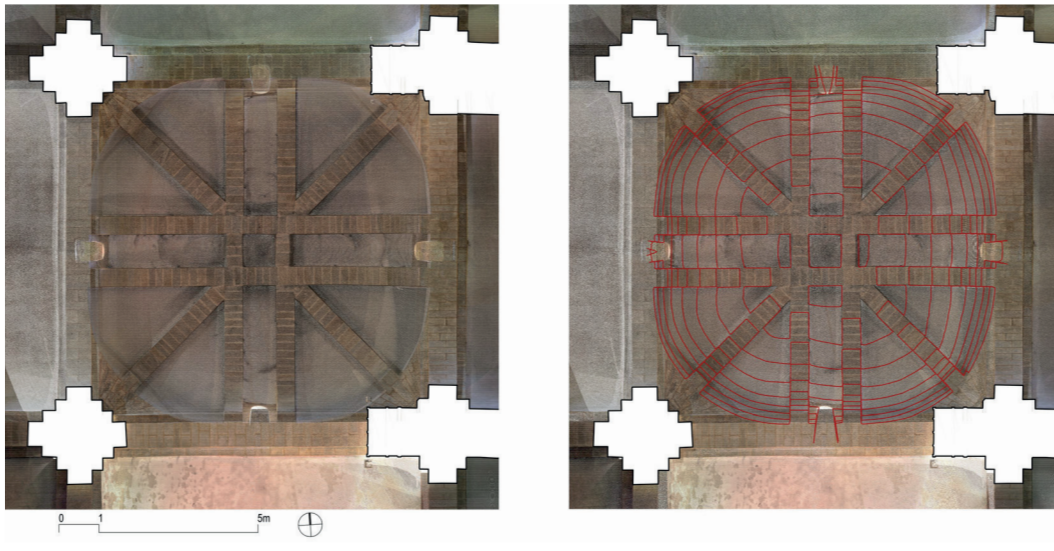


Figura 8. Planta de la cúpula del crucero y curvas de nivel de la cúpula del crucero (Dibujo: Autoras, 2025)

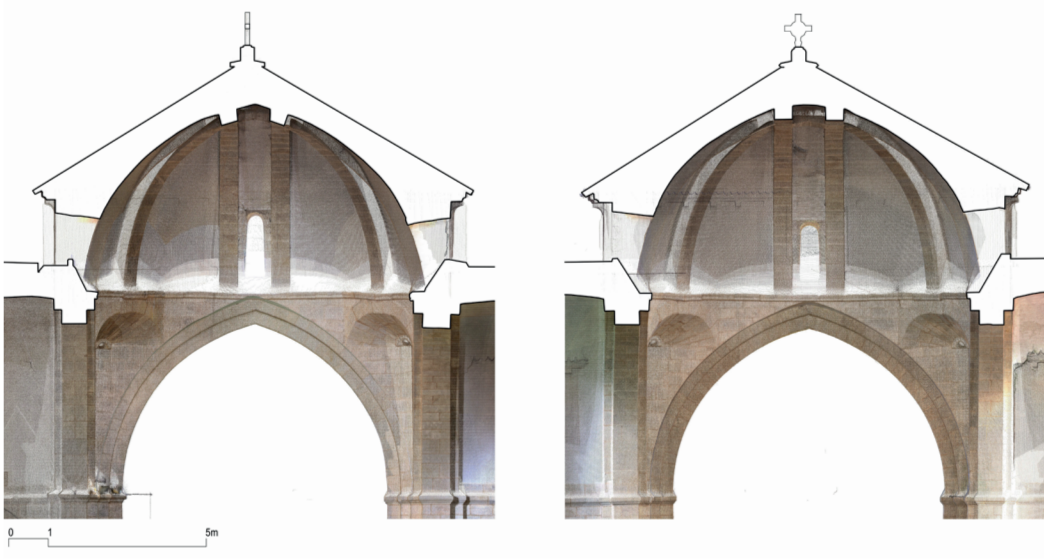


Figura 9. Sección longitudinal (izquierda) y transversal (derecha) de la cúpula (Dibujo: Autoras, 2025)

sa, que ha provocado un pequeño deslizamiento en las dovelas centrales de las trompas. El mayor descenso se produce en la trompa noreste con 6 cm (Figura 9).

El muro exterior del cimborrio tiene planta aproximadamente trapezoidal. Llama la atención un quiebro convexo en el lado este, y un quiebro cóncavo en lado sur. La apertura de los muros en planta está alineada con los muros del ábside, que tienden a abrirse hace este (Figura 11). Esta irregularidad puede deberse a un simple error de replanteo.

Conclusiones

Armenteira constituye un caso singular dentro del románico cisterciense gallego. El edificio evidencia un complejo proceso histórico de construcción, posiblemente desarrollado en varias fases, y condicionado por la topografía. Además, la historia reciente del monasterio muestra un prolongado proceso de restauraciones durante los siglos XX y XXI, que ha permitido recuperar un conjunto muy degradado tras siglos de abandono.

Destaca la excepcional bóveda de arcos entrecruzados del crucero, única en Galicia, y que vincula

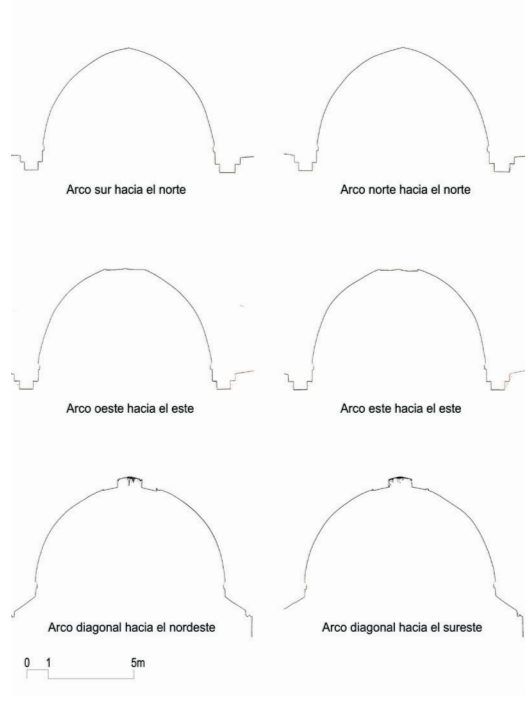


Figura 10. Línea de intradós de los arcos de la cúpula (Dibujo: Autoras, 2025)

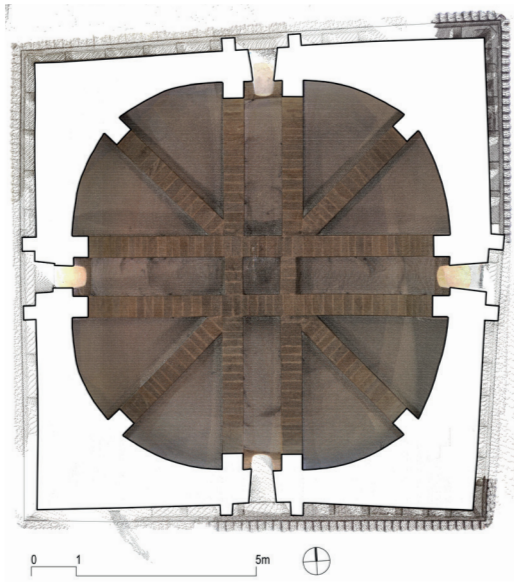


Figura 11. Cúpula del crucero, muro exterior y proyección de la cúpula por encima de las trompas (Dibujo: Autoras, 2025)

Armenteira con la construcción de origen islámico, así como con otros edificios del siglo XII peninsulares, manteniendo sin embargo rasgos propios.

En resumen, el conjunto de Armenteira destaca no sólo por su valor arquitectónico e histórico, también por la singularidad de su cúpula de arcos entrecruzados, y por el complejo proceso histórico de construcción y restauraciones que ha experimentado a lo largo de ocho siglos.

Notas

1. A día de hoy estas ventanas quedan por debajo de la cubierta. Para permitir la entrada de luz, se han abierto unos huecos en la propia cubierta que también permiten la iluminación a través de las ventanas situadas en el lado oeste de los brazos de crucero, también parcialmente tapadas por la cubierta.
2. La iglesia se ha levantado mediante escáner de láser FARO Focus 3D S70. Se han realizado 25 posiciones de escaneo en el interior, 10 en el exterior y 9 en el claustro. En el interior la toma se realizó con una resolución que registra puntos con una separación máxima de 6 mm a 10 m. con una precisión de ± 1 mm. Se han utilizado esferas reflectantes y tableros cuadriculados para referenciar los escaneos y unirlos en una sola nube de puntos. Esta nube nos ha permitido analizar con gran precisión la geometría y dimensiones de la iglesia.
3. Valle Pérez (2012) sostiene que la cubierta de la nave norte fue independiente hasta mediados del siglo XX. En la figura 1 se ve un ligero quiebro coincidiendo en el piñón de la fachada, coincidiendo con el contrafuerte norte y que Valle Pérez justifica con una cubierta de la nave norte ligeramente más baja que la central. Sin embargo, en un dibujo publicado en López Otero (1900), se dibuja la iglesia con una cubierta común para la nave central y la nave norte. Aunque el dibujo es sencillo, el dibujo de la cubierta no deja lugar a dudas. Además, en la documentación de las obras de 1956-59 se dice explícitamente que no se modifica la pendiente de la cubierta (Pons Sorolla 1956).

Lista de referencias

Balsa de la Vega, Rafael. 1909. *Catálogo - inventario monumental y artístico: Pontevedra*. 2 vols.

Barreiro Álvarez, Enrique. s. f. «Proyecto básico y de ejecución de restauración del Monasterio de Santa María de Armenteira». Archivo General de la Administración.

Canitrot, Isidoro. 1900. «El Monasterio de Armenteira. Un sueño de 200 años». *Alrededor de Mundo* 2(47): 287-89.

Castro Fernánez, Belén María. 2007. «D. Franciso Pons-Sorolla y Arnau, arquitecto-restaurador». Tesis doctoral, Universidade de Santiago de Compostela.

Fuentes, Paula. 2012. «The Geometry of the dome of San Millán in Segovia». Conference paper presented en Domes in the World. *Domes in the World*.

Fuentes, Paula. 2013. «Bóvedas de arcos entrecruzados entre los siglos X y XVI. Geometría, construcción y estabilidad». Universidad Politécnica de Madrid.

López Otero, J. 1900. «Á Armenteira». En *Pontevedra. Recuerdos, Monumentos, Música y Costumbres*, 165-72. Granada: Imp. y Lit. Vda. é Hijos de P. V. Sabatel.

Menéndez-Pidal Álvarez, Luis, y Francisco Pons-Sorolla Arnau. 1956. «Proyecto de reconstrucción de cubiertas de la iglesia de Armenteira (Pontevedra)». Archivo General de la Administración.

Menéndez-Pidal Álvarez, Luis, y Francisco Pons-Sorolla Arnau. 1957. «Proyecto de reconstrucción de cubiertas de la iglesia de Armenteira (Pontevedra)». Archivo General de la Administración.

Menéndez-Pidal Álvarez, Luis, y Francisco Pons-Sorolla Arnau. 1958. «Proyecto de reconstrucción de cubiertas de la iglesia de Armenteira (Pontevedra)». Archivo General de la Administración.

Menéndez-Pidal Álvarez, Luis, y Francisco Pons-Sorolla Arnau. 1959. «Proyecto de reconstrucción de cubiertas de la iglesia de Armenteira (Pontevedra)». Archivo General de la Administración.

Menéndez-Pidal Álvarez, Luis, y Francisco Pons-Sorolla Arnau. 1961. «Proyecto de obras de restauración interior de la iglesia de Armenteira (Pontevedra)». Archivo General de la Administración.

Ministerio de Educación Nacional, Sección del Tesoro Artístico. 1945. «Expediente de obras urgentes en el Monasterio de Armenteira (Pontevedra)». Archivo General de la Administración.

Ministerio de Educación Nacional, Sección del Tesoro Artístico. 1963. «Expediente de obras en la Iglesia de Armenteira (Pontevedra), Monumento Nacional». Archivo General de la Administración.

Ordóñez, Carmen. 2002. *Monasterio de Armenteira. Leyenda hecha vida*. Edilesa.

Pons-Sorolla Arnau, Francisco. 1968. «Proyecto de obras urgentes de desmontaje del cupulín de la torre de la iglesia de Armenteira (Pontevedra) y reparación de daños en cubiertas». Archivo General de la Administración.

Pons-Sorolla Arnau, Francisco. 1969. «Proyecto de obras de restauración urgente y de reposición de pavimentos en la iglesia y claustro de Armenteira (Pontevedra)». Archivo General de la Administración.

Torres Balbás, Leopoldo. 1929. «Monasterios bernardos de Galicia». *Arquitectura* 11(120): 155-66.

Valle Pérez, J. C. 2012. «Armenteira». En *Enciclopedia del Románico en Galicia,* dirigido por Miguel Ángel García Guinea y José María Pérez González, 217-35. Aguilar de Campoo: Fundación Santa María la Real, Centro de Estudios del Románico.

Xunta de Galicia. 2014. Obras de restauración den el monasterio de Armenteira de cerca de 350000 euros. Cultura de Galicia. 6 de agosto de 2014. https://www.cultura.gal/es/nova/2980/obras-de-restauracion-en-el-monasterio-de-armenteira-de-cerca-de-350.000-euros.

Yáñez Neira, María Damián. 1980. «Los monasterios cistercienses gallegos en los capítulos generales del Císter». *Boletín da Real Academia Galega (BRAG)* 33 (360): 413-36.

El castillo de Montgrí: tipología y detalles constructivos

Quim Gallart i Figueras
Miquel Àngel Chamorro Trenado

Al norte de la comarca del Bajo Ampurdán, en el municipio de Torroella de Montgrí, coronando estratégicamente la característica cima redondeada y rocosa del promontorio central del macizo que domina el paisaje, se alza el castillo de Montgrí, a 303 metros sobre el nivel del mar.

Su magnífica presencia – tópica, clásica y pura –, permanece firmemente grabada en la memoria de los lugareños. Sin duda, se trata de un elemento paisajístico singular del Ampurdán, una pieza clave que ha sabido adaptarse y transformar esta escenografía tanto desde un punto de vista histórico como morfológico (figura 1). Tanto es así, que se ha convertido en una parte cotidiana e indispensable del entorno. De hecho, el escritor catalán Josep Pla (1975) se sentía perdido sin su referencia del "botón" del Ampurdán. No se puede imaginar la montaña sin las almenas que sobresalen de ella.

Las murallas montgrinesas se levantaron a finales del siglo XIII (entre 1293 y1300) por orden del rey Jaime II el Justo, quien encargó la dirección del proceso constructivo a Bernat de Libià, nombrándolo administrador de las obras (Camino 1855). En 1989, la Diputación de Girona las restauró debido a su precario estado, consecuencia del abandono y de los efectos de los fenómenos meteorológicos.

El castillo, de planta cuadrada y torres circulares en las esquinas, se concibió *ex novo*, con un trazado regular y sin que parezca estar condicionado por ninguna construcción anterior (figura 2). Se trata de una planificación excelente, ejecutada de forma rápida y unitaria, aunque los expertos creen que fue abandonada pocos años después de iniciarse (Pella i Forgas 1883), habiéndose construido únicamente las murallas perimetrales con sus cubos. En todo caso, esta circunstancia ha permitido estudiar en detalle el método constructivo empleado, aunque sigue sin saberse con certeza – pese a las hipótesis existentes – cómo habría sido el castillo si se hubiera completado.

En definitiva, el castillo se presenta como un libro abierto a medio escribir, cuyas páginas impresas permiten imaginar el resto. Las huellas que aún se aprecian en el interior de sus muros no solo muestran la intención, la ubicación, la forma y las dimensiones de los sistemas estructurales previstos, sino también los aspectos funcionales relacionados con la defensa y la habitabilidad de la futura fortaleza. Las murallas, concebidas para la guerra poliorcética, se convierten en el Montgrí en un conjunto multifuncional completo. En ellas cuelgan, coronan o se contienen elementos defensivos, habitables o estructurales. Así, las cuatro ladroneras, el almenado y las numerosas saeteras forman, junto con las letrinas, los lavatorios o las aberturas, así como los arranques de arcos y bóvedas, un todo singular cargado de intencionalidad (figura 3).

Quim Gallart i Figueras; Miquel Àngel Chamorro Trenado – Universitat de Girona (UdG)

Figura 1. Vista desde mediodía, siguiendo el eje longitudinal norte-sur del castillo a la altura del municipio de Fontanillas (Foto: Joaquim Gallart)

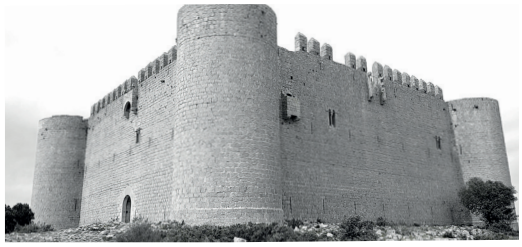


Figura 2. Vista del castillo des del ángulo sureste (Foto: Joaquim Gallart)

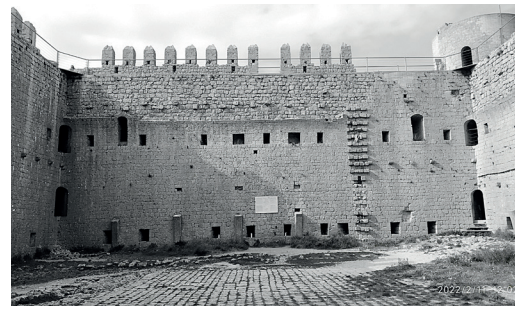


Figura 3. Vista interior del ángulo noroeste. Véase la incipiente estructura al descubierto y la selección de aberturas practicadas (Foto: Joaquim Gallart)

Origen tipológico

Se ha observado que, en el ámbito tipológico, el modelo castrense de planta cuadrangular, con torres en los ángulos, patio central y almenas coronando las murallas, es un elemento característico de la arquitectura militar que se inicia en la época Alto Imperial romana con la construcción del Castillo Sant'Angelo. Este patrón se extiende hasta las fronteras del Imperio occidental y bizantino, sufriendo ciertas alteraciones de diseño vinculadas a cuestiones tradicionales y culturales. Esto ocurrió cuando los omeyas ocuparon esos territorios al salir de Arabia para conquistar la zona meridional ocupada, desde Jordania hasta Hispania (siglos VII a XIII) (Stierlin 2007). Una evolución similar siguió el sistema estructural con arcos de diafragma y la especialización en el modelado de la piedra (Zaragozà 2003), experiencias que se materializan en el volumen montgrines.

Más tarde, en los primeros tiempos de las cruzadas en Tierra Santa (siglos XII-XIII), las órdenes europeas repitieron el proceso, remodelando los feudos que conquistaban o construyendo otros nuevos, aplicando los conocimientos adquiridos con los castillos románicos erigidos en sus territorios. Sin embargo, fue el rey francés Felipe Augusto quien, tras derrotar a los ingleses y recuperar el castillo Gaillard en 1220, importó y promovió un nuevo modelo militar basado en los *castellum* orientales (figura 4), conocido como "formula Felipe Augusto" (Gebelin 1962).

Este avance conceptual permitió mejorar los sistemas de protección y ataque aplicando la poliorcética adquirida en las expediciones cristianas y en los textos romanos que sus ingenieros debían tener a su alcance gracias al intercambio cultural que por entonces comenzaba a surcar el Mediterráneo. Entre estos manuales destacaban "Los diez libros de arquitectura" de Vitruvio (siglo I a. C.) y el *Livre de portraiture* o cuaderno de Villard de Honnecourt (siglo XIII); el primero, curiosamente, procedía de la antigua Roma.

En este sentido, entre otras consideraciones defensivas, se estableció en treinta metros la distancia máxima entre torres de defensa y se fijó una altura homogénea para las murallas con el fin de construir el adarve que comunicaba las distintas torres, dejando una anchura mínima para que pudieran cruzarse dos hombres armados. Vitruvio, además, era partida-

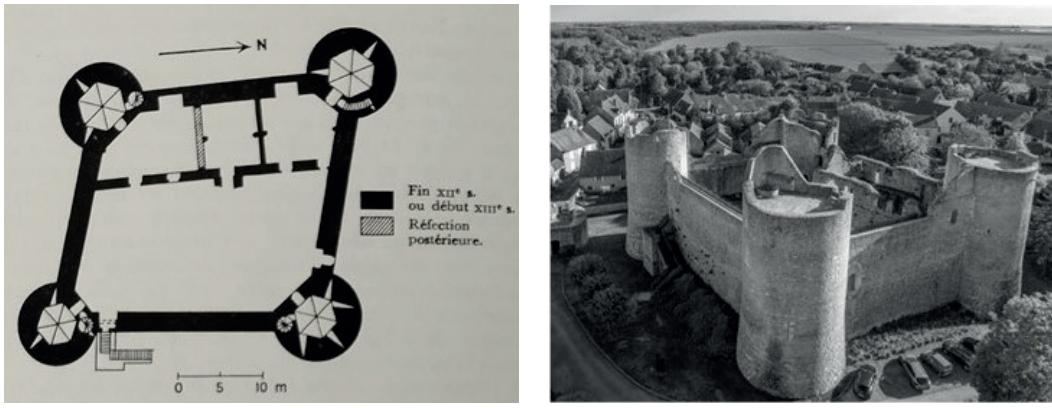


Figura 4. Yèvre-le-Châtel – Normandia (segle XIII). En la izquierda la planta; a la derecha una perspectiva (Fuentes: Gebelin 1962 i Alamy)

rio de las atalayas circulares y proponía que sobresaliesen de los muros para que la fortaleza pudiera ser defendida «por ambos lados». Todas estas características, se completaban con la fábrica de tres hojas con aparejo de hiladas alineadas y sillares portátiles, propuesta por Viollet-Le-Duc en 1863.

Esta configuración arquitectónica se utilizó en otros lugares costeros, como Italia o la Península Ibérica, y se adaptó a las tradiciones constructivas locales o a las técnicas y formas nuevas del estilo gótico que provenía del norte de Francia, así como al sistema estructural optimizado por el Císter, que utilizaba arcos diafragma y techos con vigas de madera.

En Sicilia, por ejemplo, la modalidad federiciana (1240-1250) se manifiesta de manera singular en el castillo de Maniace, donde se mejoró y regularizó la colocación y la estética de la fábrica, la estereotomía aplicada a la piedra y el aspecto formal global (figura 5), tres virtudes que también se reflejan en el castillo de Torroella de Montgrí (Riu-Barrera 2003).

En nuestro país, a la entrada de la fórmula francesa y de las novedades arquitectónicas del gótico me-

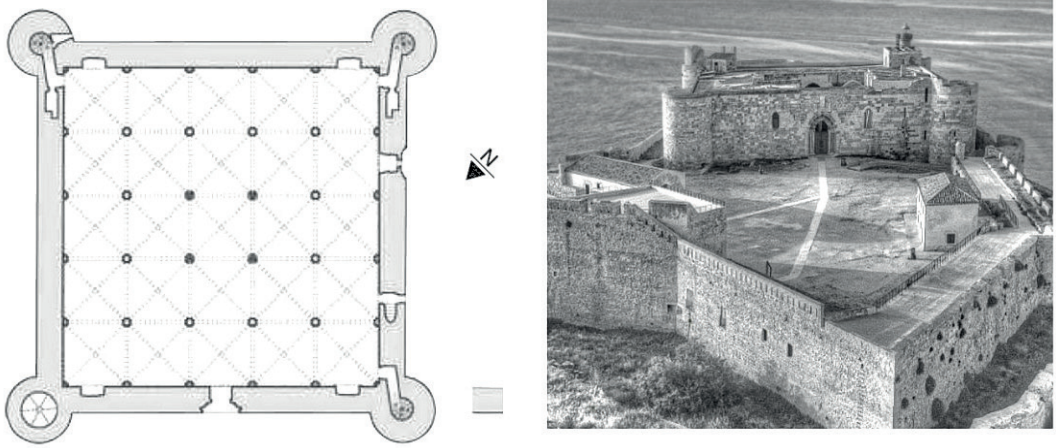


Figura 5. Maniace – Siracusa – Sicília (segle XIII). A la izquierda la planta y a la derecha imagen (Fuentes: Mercedes Bares 2011 i TerradeSicília)

Figura 6. Sàdaba – Aragón (siglo XIII). A la izquierda la planta y a la derecha imagen en ángulo (Plano: Martínez Prades 1987)

diterráneo, se sumó el papel decisivo que desempeñó la orden cisterciense y la llegada de diversos aires culturales derivados del control comercial y militar de la Corona de Aragón sobre el *Mare Nostrum*.

Estos hechos convergieron en el Reino de Valencia con el proceso de repoblación de los asentamientos reconquistados a los musulmanes, durante el cual se hizo patente la necesidad de instaurar poblaciones de nueva planta y erigir decenas de iglesias o reconstruir palacios y castillos. Todo ello fue el detonante de la concepción del modelo arquitectónico palaciego propio como símbolo de poder de este reino (Torró 2002). Esta iconografía quedó plasmada en la ilustración del códice *Descendentia Regum Sicíliae*, en la época de Alfonso el Magnánimo (Zaragozá 2011).

Este patrón regio se experimentó por primera vez en el Reino de Aragón con el Conquistador, quien adopto el *quadriburgium* y estructuró el perímetro del patio con arcos paralelos (Guitart 1986). En el caso de Sádaba, se forjaron los detalles estructurales y funcionales del castillo de Montgrí, como la puerta de acceso de medio punto con dovelas, las ventanas geminadas y la definición de los espacios cubiertos con arcos diafragma y techos de madera (figura 6). Más tarde, en Valencia, con Jaime II el Justo, se concretó el redimensionamiento del modelo como palacio, a partir de la métrica agraria propia de este territorio levantino, como la fanegada o el almud valenciano (Torró 2002).

En resumen, el castillo de Montgrí, que contiene todo lo descrito, es un ejemplo de cómo un tipo arquitectónico milenario se fue adaptando y mejorando hasta convertirse en un símbolo de poder y defensa en la Edad Media catalana: el perfeccionamiento del modelo palatino de la Corona de Aragón.

Elementos arquitectónicos singulares

La Fábrica

La solución técnica adoptada para la fábrica de las murallas y torres corresponde a la Baja Edad Media, en la transición entre los estilos románico y gótico (Benedicto 2015). La sección constructiva de los cerramientos, con un ancho invariable de 1,81 metros (exactamente dos varas reales valencianas), está constituida por una hoja interior más ancha encofrada y revestida con paramentos externos desdoblados (Mayans 1757). El núcleo del muro es una fábrica de mampostería embebida en mortero de cal, distribuida en hiladas irregulares que no coinciden con los vanos.

En cuanto a la «piel», esta se presenta en disposiciones horizontales de bloques paralelepípedos retocados, en las caras visibles de las cortinas, materializados con un aparejo pseudoisódomo, con medios bloques calcáreos de dimensiones medias (dos pal-

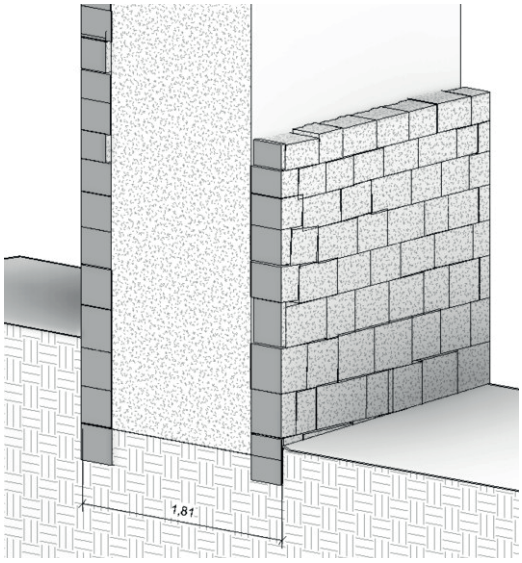


Figura 7. Sección y fábrica del muro (Dibujo: Fuente: Joaquim Gallart)

mos por un palmo valenciano) y rejuntados con cal. Es decir, la fábrica se coloca a soga y se distribuye en hiladas horizontales ordenadas de diferentes alturas (figura 7).

Sistema estructural

El sistema de cerramiento vertical está prácticamente acabado, mientras que el sistema estructural interno se encuentra en una fase incipiente. No obstante, las huellas dejadas en los muros interiores del castillo permiten apreciar el procedimiento estructural previsto para sustentar los techos y las cubiertas, así como conjeturar sobre la supuesta intención de levantar dos plantas funcionales. En los muros se han detectado ménsulas, peraltes y las primeras cinco o seis dovelas de unos arcos diafragma adosados a las murallas, así como ménsulas alineadas para soportar las vigas de madera del techo inferior y una concentración de elementos de clavazón que perfilan las bóvedas de cubierta.

La puerta de entrada

El castillo tiene una única puerta de acceso al recinto soberano en todo su perímetro. Esta puerta se abre hacia el sur, está ligeramente elevada respecto al nivel del terreno exterior y se encuentra por encima del acabado del patio empedrado.

Constructivamente, está formada por tres arcos consecutivos de altura creciente: un arco de medio punto

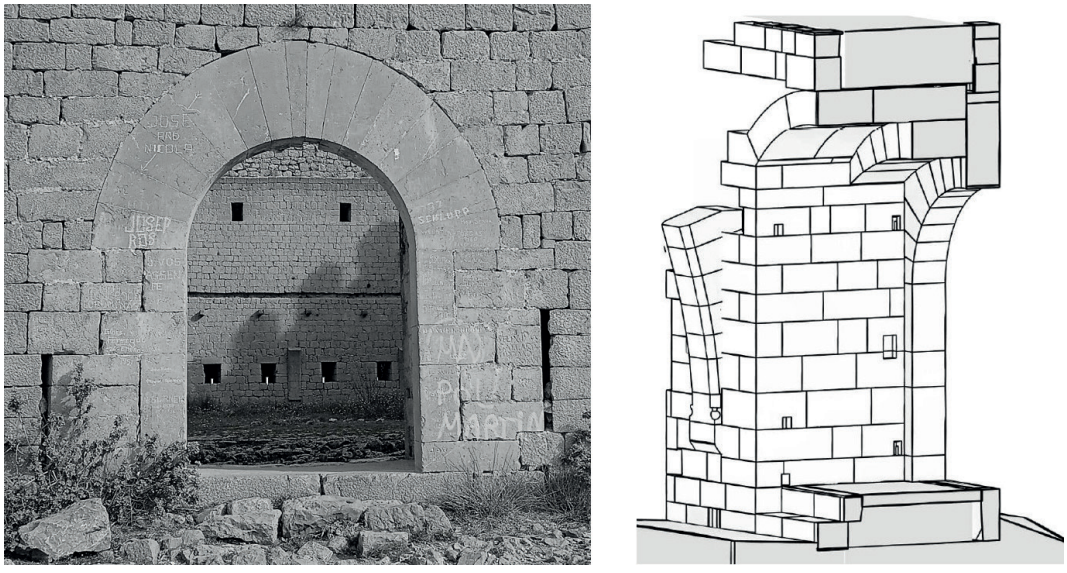


Figura 8. Imagen exterior de la puerta y sección fugada reconstruida (Fuente: Joaquim Gallart)

dovelado en el exterior, un arco central muy rebajado y un tercer arco aplanado que se abre hacia el espacio cerrado. El vano foráneo presenta dovelas de tamaño medio, con longitudes iguales a lo largo de todo el arco, una característica propia de las puertas nobles del siglo XIV. Las idénticas dimensiones de la altura de las jambas, la anchura de la puerta y el grosor del muro reproducen un cubo virtual (figura 8).

Las ventanas

El edificio tiene cuatro ventanas exteriores, todas geminadas: una al sur, desplazada hacia el mar respecto al eje de simetría; dos al este, una en cada extremo de la fachada, y una cuarta al oeste. Todas ellas se sitúan tres tramos por encima del nivel acabado del piso superior, con la base apoyada en el relieve de soporte de la cimbra de la bóveda de la cubierta. Las originales, retiradas o desaparecidas, presentaban una cara exterior visible en forma de abertura coronela bífora, con un mainel central compuesto por una base, una columna cilíndrica lisa, un capitel y un ábaco con una imposta perimetral perfilada con un caveto sin decoración. Aún se conservan en su sitio, las impostas situadas sobre las jambas laterales, con una moldura rectilínea volada que se curva en uno de los extremos formando un ángulo de 90° hacia abajo y perfilando una original "L" invertida que abraza parcialmente el caveto semicircular. La cara plana de la faja esta biselada a partir del giro. Cada pieza está tallada en un sillar monolítico de base rectangular de 33 x 21 cm. Esta bandeja perfilada es única (figura 9).

Letrinas

En el castillo de Montgrí se ha detectado dos letrinas voladas que atraviesan los muros y sobresalen hacia el exterior: una en la fachada oeste y otra, simétricamente, en la fachada este, ambas cerca del cierre sur. Desde el patio se puede observar que la base del hueco de entrada de ambas arranca del relieve formado en el muro interior de las murallas, a la altura de la base de las ventanas. Este hueco está enmarcado por jambas de sillares labrados, coronadas por un arco escarzano sin imposta. Como detalle curioso, para preservar la intimidad, en la cara interna de las jambas hay pernos oxidados que habrían sostenido la puerta que cerraba el espacio (figura 10).

Al fondo, delimitando el hueco abierto hacia el vacío, hay un pequeño muro que, junto con las ranuras cicatrizadas en los sillares laterales, probablemente servía para encajar y deslizar el asiento con orificio, presumiblemente de madera.

La parte exterior de cada letrina se asemeja a una tribuna de piedra cerrada por tres lados y que sobresale respecto a la cara exterior de los muros. Cada cuerpo, de 120 cm de ancho, sobresale unos 50 cm y se apoya sobre dos ménsulas que sostienen un bloque de piedra único que hace las veces de viga, mientras que los cierres laterales encajan alternativamente con las hiladas de la muralla. La forma de cubrir este volumen es diferente en ambos excusados. El del oeste tiene el techo interior formado por cuatro losas monolíticas de unos 40 cm de ancho, apoyadas transversalmente en los

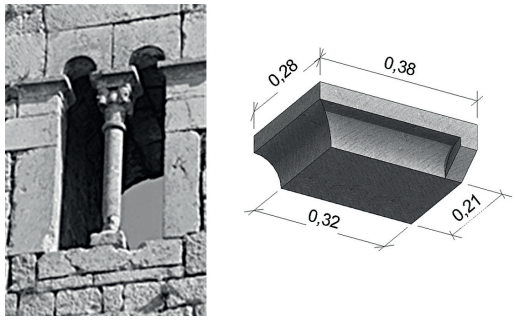


Figura 9. Imagen exterior de la ventana sur con detalle del capitel original y la imposta (Fuentes: Joaquim Gallart)

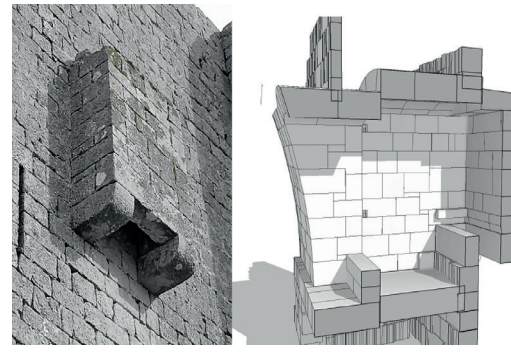


Figura 10. Imagen exterior de la letrina este y sección fugada del modelo virtual (Fuente: Joaquim Gallart)

muros laterales, mientras que el volumen oriental está cubierto por una bóveda con arco aplanado similar a las ventanas.

Los arcos

En su estructura se puede observar una notable colección tipológica enmarcada en la estereotomía. Según la nomenclatura utilizada por los tratadistas posteriores, hay un arco cavado en la torre circular noroeste, tres arcos avanzados en bóveda y, sobre todo, varios arcos en rincón en dos modalidades distintas, una de ellas pionera en Europa – su antecedente se puede encontrar en la puerta Bab al-Futh de las murallas de El Cairo (Creswell 1952) – y la otra inédita (figura 11). Esta segunda no aparece en ninguno de los principales tratados sobre estereotomía (Vandelvira 1591, De l'Orme 1567, Gelabert 1653 o Portor y Castro 1708) y no se ha localizado en otro edificio.

Esta experimentación se originó, tal y como se ha expuesto anteriormente, a partir del propio diseño arquitectónico del edificio, con su recinto cuadrado y la disposición de una torre de planta circular en cada una de sus cuatro esquinas. Los cilindros están parcialmente incrustados en las murallas de los vértices del perímetro cuadrangular, y el punto de encuentro se sitúa en la intersección de las caras interiores de los muros, las diagonales del polígono regular de la planta y la tangente perpendicular del cubo con estas. Esta intencionalidad proyectual propició que los accesos a las torres se practicaran en el mismo ángulo interior de las cortinas (figura 12).

Ladroneras

En el castillo de Montgrí hay cuatro ladroneras idénticas, una en cada fachada, situadas en el extremo superior del eje central de cada muro. Solo la situada en la cortina sur tiene una puerta para poder defenderla desde arriba. Están formadas por un arco frontal de medio punto y muros laterales que encajan dentro del muro principal. Están asentadas y niveladas sobre dos ménsulas escalonadas que sobresalen y están ancladas a la muralla. Las ménsulas tienen el borde inferior redondeado y son un poco más anchas que los muros que sostienen, para recibir el arco que forma la estructura. Obviamente, no tienen suelo, que está abierto con aspilleras para proteger o vigilar el lugar (figura 13).

Se observa que las diferentes alturas de los sillares de las paredes de estas defensas, en comparación con la altura de las hiladas del muro, indican que estas se introdujeron en la muralla a través de una discontinuidad vertical practicada previamente en la hoja exterior, alternando piezas cortas y largas encajadas. Las hiladas superiores, por encima del arco, se unen con el pequeño muro del adarve que sirve de base a las almenas y su altura coincide con el pretil que corona la ladronera.

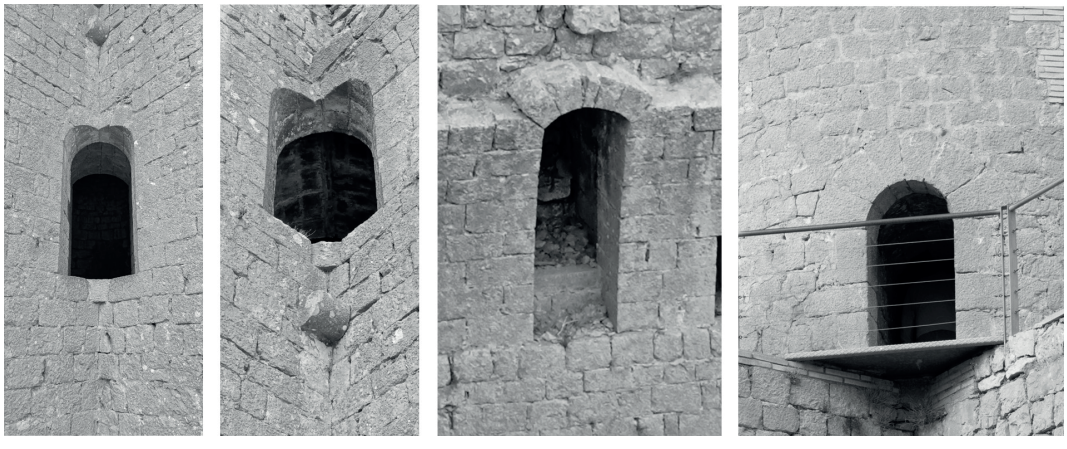


Figura 11. Imágenes de los arcos rinconeros, avanzados en bóveda y cavado en torre circular (Fotos: Joaquim Gallart)

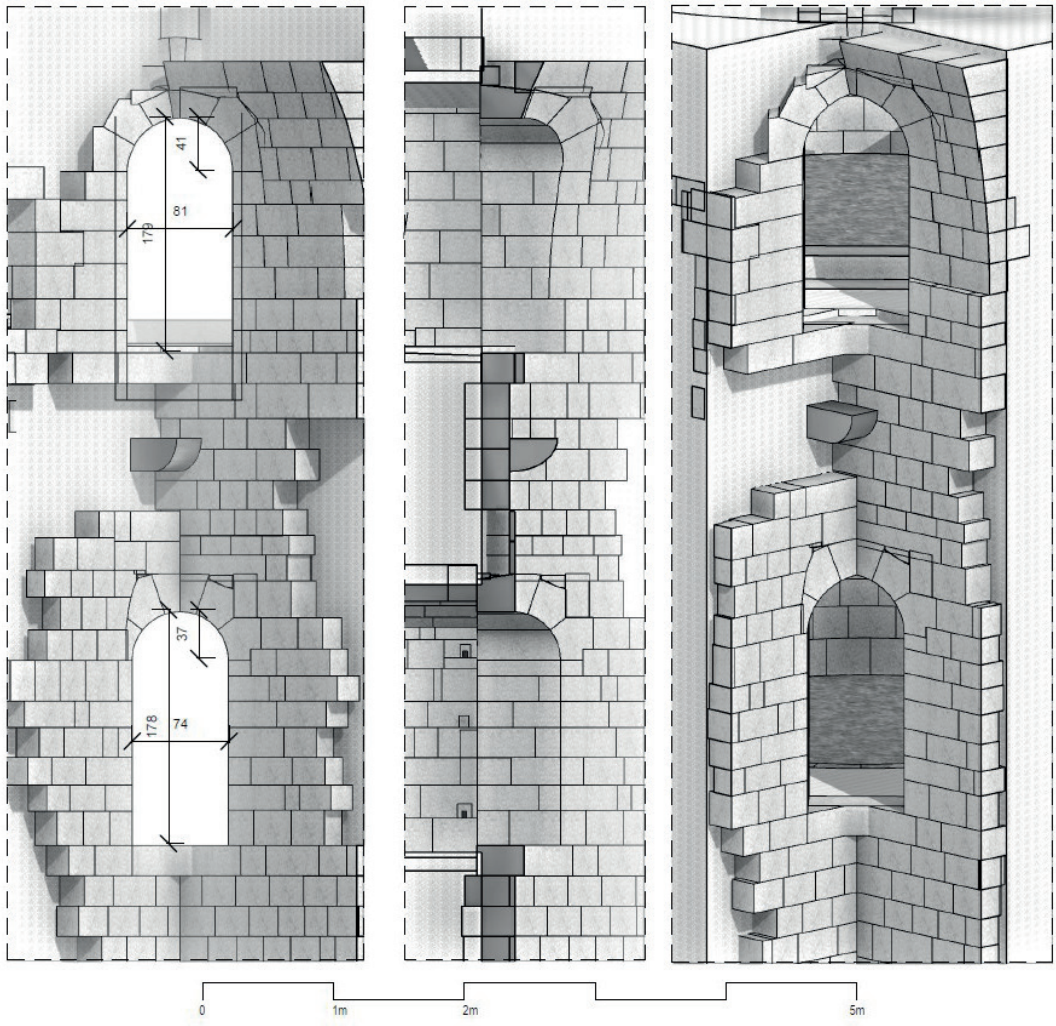


Figura 12. Axonometría puertas de la torre suroeste (Dibujo: Joaquim Gallart)

Las almenas

Uno de los elementos más característicos del castillo de Montgrí son sus almenas. Hay sesenta y cuatro almenas, organizadas en ocho grupos de ocho — dos en cada muralla —, separadas entre sí unos 160 cm para facilitar el acceso a la ladronera central. Las almenas se apoyan sobre un parapeto de piedra de 106 cm de altura, cuya cara exterior coincide con el plano de los muros del castillo. Este zócalo protege el paso de ronda, un camino de 117 cm de ancho por el que se puede caminar a lo largo de las murallas.

Las almenas conservan la forma prismática original, con cuatro caras rematadas por tres bloques de piedra: los bloques de los extremos tienen tres caras inclinadas y el bloque central, dos. Algunas almenas están formadas por cuatro filas de piedras talladas y otras, excepcionalmente, por cinco. La primera fila siempre tiene dos piezas laterales que dejan un orificio cuadrado en la base, probable-

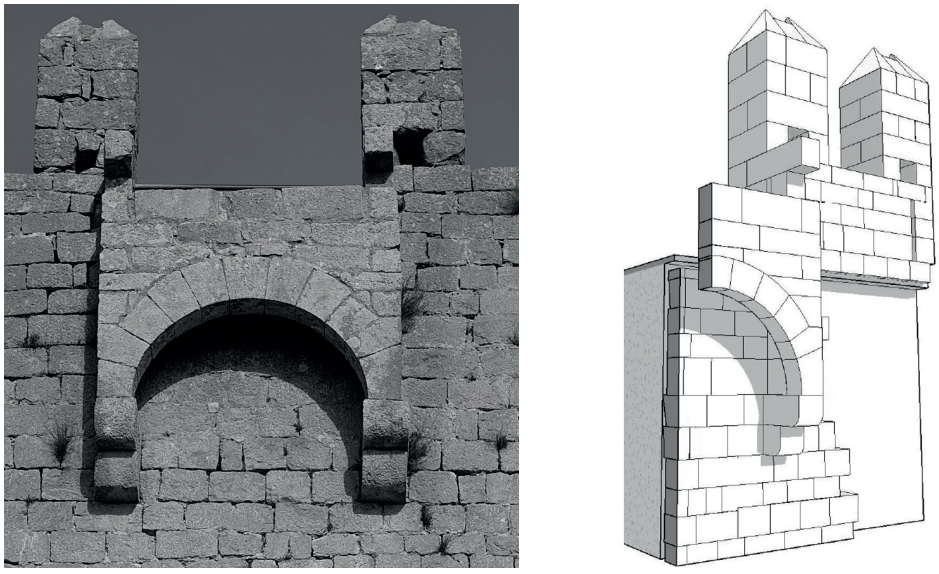


Figura 13. Imagen y reconstrucción virtual de una ladronera tipo (Fuente: Joaquim Gallart)

mente para instalar el tablado provisional de madera en caso de asedio. Las piedras de arriba siguen un patrón irregular hasta llegar a la punta, que tiene forma de pequeña pirámide.

Figura 14. Vista cenital del Castillo de Montgrí (Fuente: Servicio de restauración de monumentos de la diputación de Girona)

Conclusiones

En el Botón del Ampurdán confluirán, además de las tendencias descritas, la aplicación práctica de las técnicas de defensa y un trabajo estereotómico inédito en la Península, siempre derivado de la experiencia bajo imperial y musulmana anterior. El muro de tres hojas, poliorcético en su concepción, se convierte en el Castillo de Montgrí en un conjunto multifuncional completo. Las cuatro ladroneras, el almenado y las saeteras, junto con las letrinas, los lavatorios, las aberturas y los arranques de arcos y bóvedas, forman un todo singular cargado de intencionalidad. Los artífices, tanto intelectuales como materiales, lograron conjugar, perfeccionar y singularizar un gran inventario de recursos provenientes de épocas antiguas para proyectar una residencia áulica idílica protegida por un escudo infranqueable perfectamente equipado. También es relevante y destacable el atrevido trabajo de los maestros canteros relacionado con el mencionado arte de la piedra. Los arcos rinconeros son inéditos en la Europa contemporánea y la modalidad de arco rinconero de caras desiguales con cuarto de círculo avanzado en bóveda es una osadía que ni siquiera recogen los tratados de estereotomía. También es original la personalidad del arco cavado en torre redonda. Como si esto no fuera suficiente, teniendo en cuenta el diseño innovador de algunas de estas piezas como las saeteras con arco de medio punto, los merlones de dos puntas con caveto central, las impostas con moldura en ángulo o las tipologías de arcos, no se exagera si se califican estas murallas como adelantadas a su tiempo y únicas en su campo.

En resumen, este sincretismo volumétrico y espacial, impulsado por las ambiciones políticas y artísticas del rey Jaime II y basado en los castillos romanos, la fórmula francesa, el estilo y el sentimentalismo federicianos de Siracusa, las reglas tradicionales y cistercienses y las medidas del Levante ibérico, se manifiesta plenamente en el macizo del Montgrí. A la luz de los relatos anteriores y teniendo en cuenta la historiografía, desde una perspectiva global, se puede afirmar que la fuente de inspiración oriental del castillo del Montgrí es la procedencia más probable. Así, se podría concretar que la tipología formal del volumen ampurdanés se concibió en la época clásica, fue adaptada por los omeyas en el norte de África y en Oriente, experimentada en Tierra Santa, importada y equipada militarmente en Francia, estilizada en Sicilia, redimensionada en el Reino de Valencia y perfeccionada en su conjunto en el macizo del Bajo Ampurdán, como exquisita culminación del modelo áulico en la Corona de Aragón en el período de la Edad Media Central (figura 14).

Lista de referencias

Badia i Batalla, Francesc. 2018. *Muralles medievals i guerres de setge: una mirada encuriosida a la baixa edat mitjana*. Lérida: Edicions Salòria, SL.

Bares, Maria Mercedes. 2011. *Il castello Maniace di Siracusa. Stereotomia e tecniche costruttive nell'architettura del Mediterraneo*. Siracusa: Emanuele Romeo Editore.

Benedicto Salas, Roberto. 2015. *La construcción de la arquitectura románica*. Institución «Fernando el Católico» Organismo autónomo de la Excma. Diputación de Zaragoza.

Camino y Barajas, Fernando. 1855. *Memorial de Ingenieros. Bosquejo histórico sobre fortificaciones en el antiguo reino de Aragón*. Tom X. Imprenta del Memorial de Ingenieros. Col.lecció Aparici de l'Archivo Histórico Militar de Madrid. Biblioteca Virtual de Defensa. Ministerio de Defensa. Gobierno de España.

Creswell, Keppel Archibald Cameron. 1952. *The Muslim Architecture of Egypt, I: Ikhshids and Fatimids. A.D. 939-1171*. Oxford: Clarendon Press.

De Honnecourt, Villard. 1200-1250. *Livre de portraiture*. Paris: Bibliothèque Nationale de Paris (MS Fr 19093)

De l'Orme, Philibert. 1567. *Le Premier Tome de l'Architecture*. Frédéric Morel (Ed. facsimilar de la príncipe, París, Léonce Laget, 1988).

De Vandelvira, Alonso. 1591. *El Libro de traças de cortes de piedras*. Copia a Madrid, Biblioteca de la Escuela de Arquitectura. Ed. facsimilar: Tratado de arquitectura, Albacete, Caja Provincial de Ahorros, 1977; incluye transcripción y prólogo de Geneviève Barbé-Coquelin de Lisle.

Gebelin, François. 1962. *Les Chateaux de France*. Le Lys d'Or. Paris: Presses Universitaires de France.

Gelabert, Joseph. 1653. *De l'art de Picapedrer*. (Ed. facsimilar, Palma, Diputación, 1977).

Guitart Aparicio, Cristóbal. 1986. *Castillos de Aragón*. Vol. 1 (3ª ed.). Zaragoza: Librería General, S.A.

López Elum, Pedro. 2002. *Los castillos valencianos en la edad media (materiales y técnicas constructivas)*. Vol I. Valencia: Biblioteca Valenciana: Direcció General del Llibre, Arxius i Biblioteques.

Martínez Prades, José Antonio. 1987. *Los castillos románicos y la tiplogia «Felipe Augusto»: su reflejo en las fortalezas aragonesas*. Homenaje a D. Federico Balaguer Sánchez. Huesca: Instituto de Estudios Altoaragoneses.

Mayáns y Siscar, Gregorio. 1699-1781. *Obras completas. I, Historia*. Valencia: Biblioteca Valenciana Digital, 2008.

Pella i Forgas, Josep. 1883. *Historia del Ampurdan. Estudio de la civilización en las comarcas del noeste de Cataluña*. Barcelona: Luis Tasso y Serra, Impresor.

Pla i Casadevall, Josep. 1975. *El meu país*. Barcelona: Edicions Destino.

Pladevall Font, Antoni. 2003. *L'art gòtic a Catalunya. Arquitectura III. Dels palaus a les masies.* Barcelona: Fundació Enciclopèdia Catalana.

Pol·lió, Marc Vitruvi. 1567. *De architectura libri decem*. Venetiis: Apud Franciscum Franciscium Senensem & Ioan Crugher Germanum. Los Angeles: Getty Research Institute.

Portor y Castro, Juan de. 1708. *Cuaderno de arquitectura*. Madrid: Biblioteca Nacional de España (Mss/9114).

Stierlin, Henri. 2007. *Arquitectura mundial. El Islam*. Colonia: Taschen Benedikt.

Torró, Josep. 2022. «Las pueblas fortificadas en el reino de Valencia: poder real, frontera y articulación territorial». *En Arqueologia y Arte en la representación material del Estado en la Corona de Aragón (siglos XIII-XV)*. Universad de Zaragoza, Prensas de la Universidad de Zaragoza.

Viollet-le-Duc, Eugène. 1875. *Dictionaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle*. Vol. IV. Paris: Vª A. Morel & Cie Editeurs. Los Angeles: Getty Research Institute.

Zaragoza Catalán, Arturo. 2003. *Una arquitectura gótica mediterránea. Arquitecturas del gótico mediterráneo*. Vol. I. Editado por Mira González, Eduardo y Zaragozá Catalán, Arturo. Valencia: Generalitat Valenciana, Conselleria de Cultura i Educació.

De Jena al Evoluon, pasando por Novosibirsk, Matsuyama, Toronto y Niemeyer. Cúpulas laminares de hormigón con apoyo continuo

Rafael García García

En este trabajo[1] se ofrece una visión panorámica de las cúpulas delgadas de hormigón conformando superficies esféricas a través de una selección de ejemplos relevantes, todos ellos caracterizados por la condición de apoyo continuo en su circunferencia y excluyendo por tanto las sustentadas puntualmente en su base, como las vaídas y otras.[2],[3] Con ello se intenta dar una idea de su evolución y rangos dimensionales a la vez que señalar el interés intrínseco, constructivo y arquitectónico, de los casos estudiados. Prestar atención a las realizaciones más destacadas de este tipo estructural es pertinente porque, al ser las que presentan un menor reto de análisis y cálculo, han sido consideradas generalmente de menor interés que el resto de las soluciones laminares, dedicándoseles menos atención. Sin embargo, debe resaltarse tanto el carácter pionero y adelantado para su momento que algunas de ellas representaron, como el interés singular de otras, derivado de particularidades de su construcción y/o condiciones de sustentación. También querríamos destacar el importante efecto arquitectónico resultante precisamente por la esencialidad de su forma, especialmente cuando la cáscara es apreciada íntegramente y sin recubrimientos, tanto desde el exterior como desde su interior.

Desde el punto de vista de su análisis, la primera solución empleando la teoría de membrana, es decir, con la suposición de que las tensiones se mantengan tangentes a su superficie sin ocasionar flexiones, fue encontrada por Föppl (1920), existiendo ecuaciones sencillas para la determinación de sus tensiones (Heyman 2022, 12). Entre las soluciones por los métodos de la estática gráfica, puede destacarse también la presentación resumida de Thunnisen (2012, 344-349) Su comportamiento como superficies sinclásticas o de doble curvatura positiva, conlleva por otra parte una gran indeformabilidad y rigidez (Cassinello 1996, 522), lo que, junto a lo anterior, hizo que las cúpulas de este tipo fueran las primeras cáscaras de hormigón construidas con carácter laminar. Los primeros ejemplos se encuentran ya en la primera mitad de los años veinte del siglo pasado, si bien existe al menos una excepción adelantada anterior.

Aunque este trabajo no es un estudio analítico de cáscaras, desde el punto de vista de su comprensión estructural básica es fundamental entender el diferente comportamiento de meridianos y paralelos en su superficie. Para el caso de la semiesfera completa, y con cargas uniformes debidas a peso propio, las tensiones en los meridianos son siempre de compresión en gradación creciente desde la coronación hasta la base.[4] En los paralelos o anillos horizontales de la cúpula también varían desde la coronación hasta la base, pero cambiando de signo, lo que implica que hasta un cierto paralelo las tensiones sean de compresión mientras que hacia abajo sean de tracción.[5] Construida por tanto sin refuerzos a tracción la cúpula tendería a abrirse mediante grietas verticales a partir del paralelo de transición. Su posición se ha determinado analíticamente y está a 51,8 grados medidos desde la coronación del meridiano. La conclusión más relevante es que en las cúpulas rebajadas con án-

Rafael García García – Universidad Politécnica de Madrid

gulos menores que el de transición solo existen tensiones de compresión.

Para las cúpulas rebajadas existe, no obstante, una condición desfavorable derivada de las fórmulas fundamentales de las tensiones, que indican que estas son proporcionales al radio de curvatura de la esfera, aunque con factores de influencia del ángulo medido desde la coronación (Heyman 2022, 17). En el punto de coronación la influencia del factor ángulo es cero, así pues, las tensiones solo son proporcionales al radio. Por tanto, para una determinada luz, una cúpula más peraltada (menor radio) tendrá en su coronación siempre menores tensiones que las correspondientes a otra más rebajada (mayor radio). Si las relaciones entre radios son, por ejemplo, de uno a dos, las tensiones soportadas estarán en la misma proporción. El otro aspecto fundamental en la resistencia y estabilidad de las cúpulas rebajadas está en la manera de proporcionar el contrarresto a las tensiones (traducidas en fuerzas) de compresión en el borde inferior de apoyo, ya que estas son oblicuas. El sistema empleado en todas ellas son los zunchos o vigas anulares a tracción Los zunchos anulares trabajando a tracción son también necesarios en la superficie de la cúpula por debajo del ángulo límite si el material de esta no soporta tracciones.

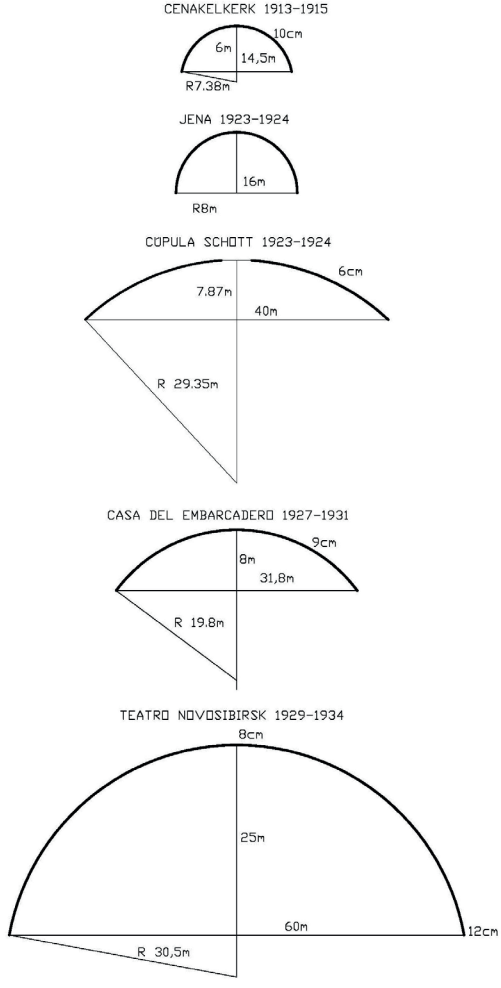


Figura 1. Perfiles de cúpulas previas a IIGM (autoría propia)

Realizaciones hasta la Segunda Guerra Mundial

La serie de dibujos esquemáticos en sección de un conjunto representativo de cúpulas del tipo considerado construidas antes de 1939 (figura 1) muestra la rápida evolución en cuanto a luces y así mismo la rapidez con que se adquirió confianza en adoptar este tipo de cáscaras y los logros alcanzados ya en este periodo. Entre ellas es llamativo el adelantado caso de la cúpula de la Cenkelkerk en Neimegen, iglesia datada entre 1913-15, casi antes incluso de la Primera Guerra Mundial y construida por los arquitectos Jan Stuyt y Jos Margry y calculada por el ingeniero Jan Gerko Wiebenga para la empresa Stulemeijer en Co. especializada en construcciones de hormigón en los Países Bajos (Molema y Bak 1987, 27, 29). Su moderada luz de 14 m, pero su ya reducido espesor de 10 cm (esbeltez L/e=140) la convierten en la primera cúpula conocida con el carácter de cáscara delgada de hormigón armado (figura 2).

El célebre planetario de Jena, construido primeramente en la cubierta de la fábrica Zeiss de dicha ciudad y pionero en este tipo proyecciones del firmamento, debe su popularidad a haber sido considerado, durante mucho tiempo, la primera de las cúpulas de cáscara. Sin embargo, su fecha de construcción (1923/24) es claramente posterior a la Cenakelkerk. Proyectado por el físico Walther Bauersfeld, técnico de Zeiss, tenía la particularidad de estar hormigonado sobre la base de una armadura de varillas de acero formando una retícula estérea triangulada. Este armazón, visible en fotografías ampliamente divulgadas, fue realizado según el sistema de la empresa Schott (figura 3). A este se le fijó una malla fina metálica

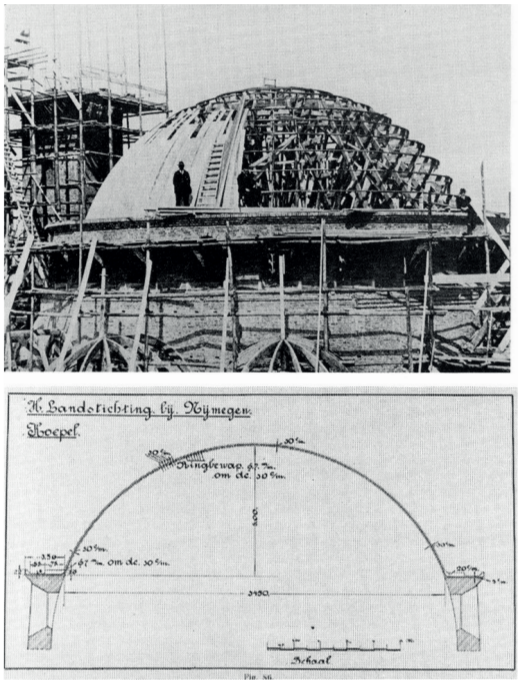


Figura 2. Cenakelkerk, Neimegen, Países Bajos. 1915. Ingeniero Jan Gerko Wiebenga (Molema y Bak 1987, 27)

sobre la que se aplicó el hormigón proyectado según el novedoso método Torket, con un encofrado de madera interior perfectamente liso y ajustado a la superficie esférica (Huberti 1964, 154). Con una luz de 16 m y radio de 8 m era incluso de perfil ligeramente ultracircular para mejor adaptarse a su finalidad de proyectar los movimientos celestes sobre su superficie.[6] El sistema y construcción de este planetario se exportó a varias ciudades alemanas, entre ellas Berlín, (Huberti 1964, 154) y también fuera de Alemania en Roma y Moscú (May 2015, 559).

Aunque el sistema de construcción del planetario solo se concibió inicialmente para tal fin, el ingeniero Mergler de la firma Dyckerhoff & Widmann (Diwidag) que había participado en su ejecución, sugirió patentar del método y con la colaboración de Franz Dischinger, ingeniero de la citada firma, llevarlo a cabo en un ejemplo de prueba de dimensiones significativamente mayores para adquirir más experiencia. Resultado de ello fue la construcción de una cúpula rebajada sobre una edificación industrial de planta circular para la empresa Schott & Gen., tam-

Figura 3. Planetario de Jena. 1924. Estructura de barras metálicas. W. Bauersfeld y F. Dischinger (Wikipedia)

bién en Jena, con luz de 40 m altura de tan solo 7,87 m (radio 29,35 m)[7] y un espesor de 6 cm (Huberti 1964, 153) (figura 4).[8] Su encofrado se realizó apoyado sobre una estructura central giratoria de madera[9] Dicha cúpula fue completada en 1923/24 siendo denominada "Cúpula Schott" al incorporar también la retícula metálica con unión de nudos desarrollada por esa empresa. El método se prosiguió posteriormente con la realización de diversas cúpulas bajo la misma denominación (Huberti 1964, 155).

En la antigua URSS también se llegaron a realizar ejemplos notables de cúpulas laminares en este periodo. Para el teatro de la Casa del Embarcadero, en Moscú (1927-1931) según proyecto del arquitecto Boris M. Iofan, se construyó una cúpula también rebajada de 31,8 m de luz y altura de 8 m (radio 19,8 m) con espesor de 8 cm. Esta primera importante realización fue sin embargo ampliamente superada por la cúpula del teatro de Ópera y Ballet de Novosi-

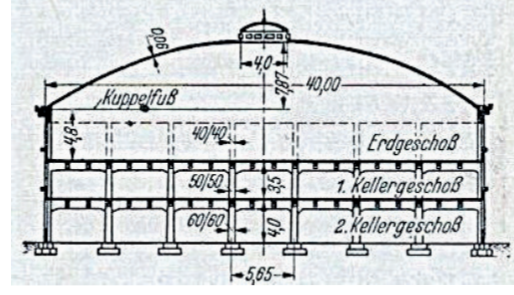


Figura 4. Nave industrial empresa Schott & Gen, Jena. Bauersfeld y Dichinger (Huberti 1964, 153).

birsk (1929-34), que, con luz de 60 m, altura de 25 m (radio 30,5 m) y espesor de 8 cm ampliado a 12 en los últimos dos metros de su parte inferior, alcanzó el récord de este tipo de estructuras hasta la Segunda Guerra Mundial (Nevzgodin 2018).[10] Una viga anular de apoyo en la base, de 50 x 80 cm, absorbía los empujes. El desafío planteado fue especialmente importante, dado el escaso desarrollo tecnológico y de mano de obra especializada en la región de Siberia. A semejanza de la cúpula Schott arriba mencionada, el encofrado se realizó mediante una torre central de madera y 29 cerchas curvas de madera de 29,5 m que fueron reutilizadas después en una fábrica de caucho en Yaroslavi (figura 5). También se siguió el método Torket de proyección de un hormigón de finos. Todo ello evidencia la influencia recibida del conocimiento de los métodos Dyckerhoff & Widmann y las publicaciones de Dischinger,[11] aunque en este caso superando en dimensión a las realizaciones alemanas de cúpulas sin nervaduras. El proyecto del edificio fue realizado por Alexander Z. Grinberg, aunque el diseño de la cúpula corrió a cargo del ingeniero Boris F. Materi bajo la supervisión del experimentado ingeniero Peter Pasternak, nacido en Odesa, pero formado en el politécnico de Zurich. De la ejecución de la obra estuvo encargado el joven ingeniero Sergei A. Polygalin. La forma esférica empleada se justificaba por su empleo también como planetario, aunque las condiciones acústicas resultantes fueron muy desfavorables para el resto de los usos.

Tras la Segunda Guerra Mundial

En este apartado son dignas de citarse primeramente las soluciones prefabricadas para la reconstrucción de cúpulas de iglesias alemanas destruidas durante la guerra. Seguramente buscando rapidez de ejecución y también la eliminación de las cerchas-cimbra de los ejemplos anteriores, en los dos casos aquí comentados la construcción se llevó a cabo mediante el montaje de estrechos gajos de cúpula prefabricados.

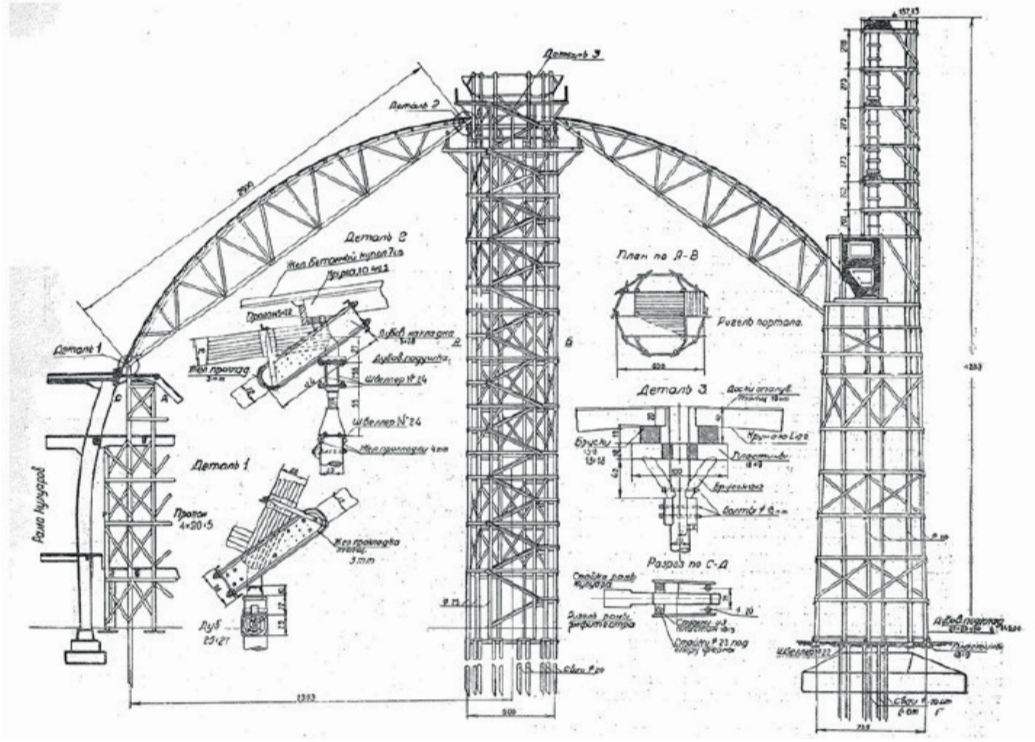


Figura 5. Teatro de Novosibirsk. 1934. Sistema de cimbrado. A.Z. Grinberg y B.F. Materi. (Nevzgodin 2018, 217)

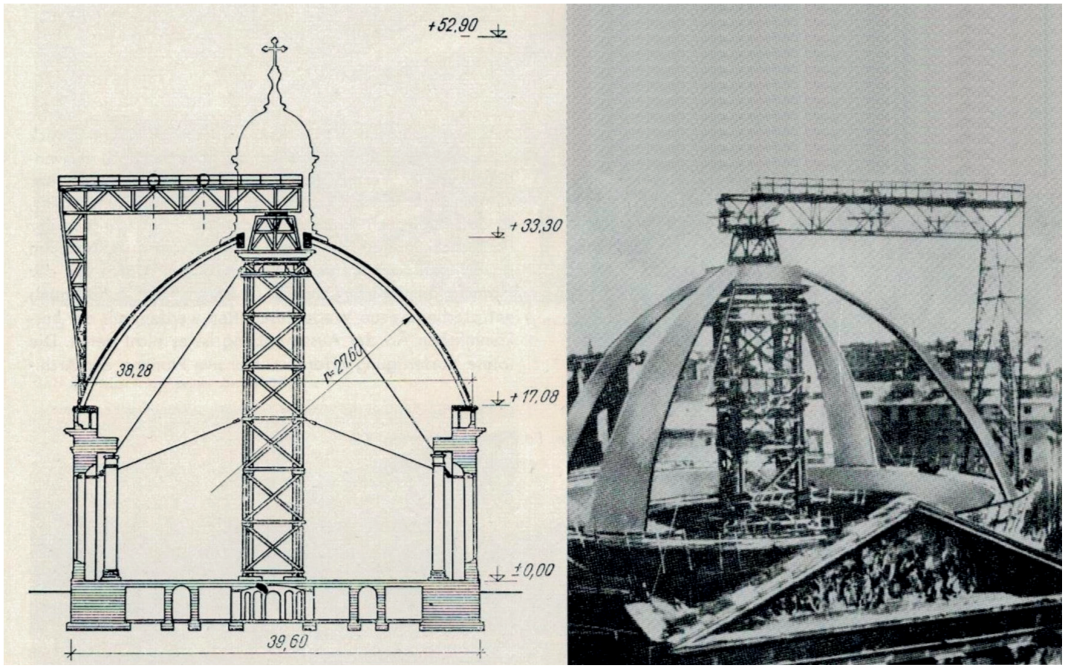


Figura 6. St. Hedwig, Berlín. 1952. Sección y proceso de montaje. H. Schwippert (Leonhardt 1965, 54)

Para su colocación se dispuso también de una torre central sobre la que apoyaba un puente grúa, giratorio sobre ella y rodante sobre un carril anular situado en la base de la cúpula. En St. Stephan, catedral católica de Karlsruhe, la cúpula es esférica rebajada con una luz salvada en torno a los 32 m y un óculo de cerca de 8 m. St. Hedwigs, catedral católica de Berlín con reconstrucción iniciada en 1952 por el arquitecto Hanns Schwipeert (figura 6), adopta por el contrario un perfil algo apuntado con dos centros de radios 27,60 m y una luz de 38,28 m (Leonhardt 1965, 54). El ángulo en el arranque es de 70 grados medidos desde el centro de la coronación, por lo que en su faja inferior de 18,2 grados se producirían tracciones. No obstante, dada la construcción por gajos independientes y sin cosido o pretensado posterior aparente entre ellos, es decir permitiéndose la deformación libre de estos, se tendría un comportamiento de semiarcos separados y no tanto de cáscara o membrana. Esto parece confirmarse en el dibujo publicado de un gajo en el que se aprecian dos resaltos en los bordes y otro mayor en el centro (casi una costilla) a modo de nervio sobre una base laminar de 5 cm de espesor.

La línea de cáscaras delgadas ya claramente continuas de hormigón tuvo su primer ejemplo destacable en este periodo en la cúpula del auditorio Ehime-Matsuyama (1952-53)[12] realizada por el arquitecto Kenzo Tange y el ingeniero Yoshikatsu Tsuboi (figura 7). Si bien su luz de 50 m fue inferior a Novosibirsk, se trató en este caso de una cúpula muy rebajada con altura de 6,70 m y un radio de curvatura de 50 m, igual a su luz. Las tensiones en coronación serían por tanto el doble que las de la semiesférica correspondiente. Al considerar en este caso cargas asimétricas, comportamiento térmico y sísmico, así como espesor variable de 12 cm en la clave y 72 en el arranque, en transición curva, su estudio analítico conllevó métodos de resolución propios que tomaron en consideración las flexiones tanto en la dirección meridiana como en los paralelos producidas según diversas hipótesis de espesores (Tange y Tsuboi 1958).[13] Un rasgo singular de la cúpula es su base inclinada para mejor adaptarse al graderío interior, lo que podría haber tenido alguna influencia en el tratamiento analítico. El anillo de tracción quedaba incluido en el regruesado de su borde. También particular es el sistema de sustentación mediante rodillos

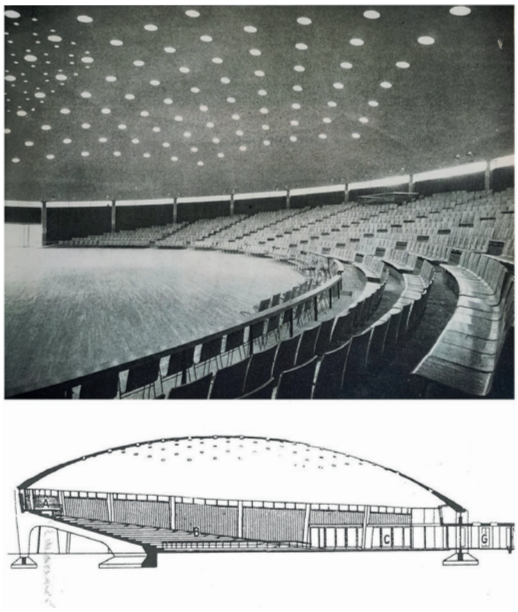


Figura 7. Auditorio de Matsuyama. 1953. K. Tange y Y. Tsuboi. Interior y sección. (Tange y Tsuboi 1955, 159, 161)

de toda la cúpula sobre los puntos de apoyo y que se justificó por evitar posibles fisuraciones en el descimbramiento si la unión hubiera sido rígida (permitiendo entonces cierta flexibilidad en su borde). Con ello se conseguía además la total independencia de la cúpula del resto de la estructura, quedando simplemente apoyada y sin producir empujes sobre ella.

La realización de mayor luz hasta ahora encontrada son sin embargo las dos cúpulas gemelas destinadas a cubrir los depósitos de agua limpia de la estación potabilizadora de Berenplaat, cercana a Rotterdam (1959-65). En ellas se alcanzó un diámetro de 85 m con un peralte de tan solo 10 m (radio 95 m) y un espesor de 15 cm (figura 8). Cada cúpula se continúa en el borde en una viga anular pretensada de 2 x 1 m (canto / ancho) y que, al igual que en el auditorio de Matsuyama, sirve de apoyo. Esta viga se sustenta a su vez en un anillo de columnas exentas separadas 11 m entre sí. Se consideró que existían momentos de borde que fueron absorbidos aumentando el espesor de la cúpula a 25 cm en los últimos 8 m. Es de notar que el recipiente contendor, de altura 8 m y situado bajo la cúpula, se construyó estructuralmente separado de ésta, aunque con un sellado

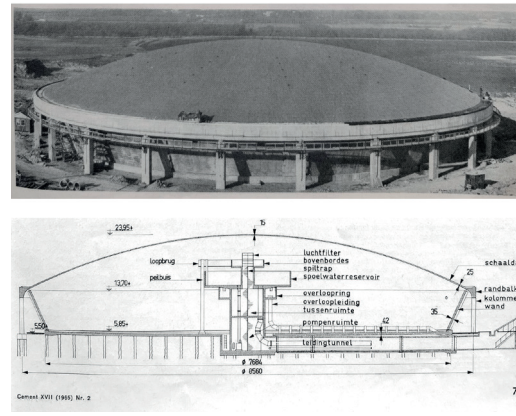


Figura 8. Depuradora de Berenplaat, Países Bajos. 1965. Depósitos de agua limpia, exterior y sección. W. Quist y A.L. Bouma (s.a. 1955, 253 y Aarnouse 1965, 79).

hermético de la junta entre ambos (Aarnouse 1965, 81). Una construcción monolítica con la cúpula apoyando en la pared del depósito se consideró inapropiada por la incompatibilidad de deformaciones entre sus partes. El conjunto de la estación fue diseñado por el arquitecto Win Quist correspondiendo los cálculos del depósito y la cúpula al ingeniero consultor A.L.Bouma.[14]

Niemeyer

Entre las cúpulas de cáscara de la segunda mitad del siglo XX, un lugar especial lo ocupan las construidas según diseños del arquitecto brasileño Oscar Niemeyer. Un rasgo característico es su perfil meridiano trazado no según un único arco sino mediante arcos tangentes entre sí o con una recta, lo que implica la existencia de más de un solo radio de curvatura (figura 9). Con ello adoptan perfiles más cercanos a formas parabólicas manteniendo proporcione rebajadas, aunque no tanto como los casos anteriores. Sus peraltes fueron conjugados con la existencia de las plantas intermedias de su interior. También les es propio surgir en la mayoría de los casos directamente a partir del terreno o un plano horizontal, sin muro o anillo de soportes inferior.

La primera realizada, correspondiente al Palacio o Casa de las Artes del conjunto de Ibirapuéra en São Paulo (1951), alcanzó un diámetro de 76 m con 18 m

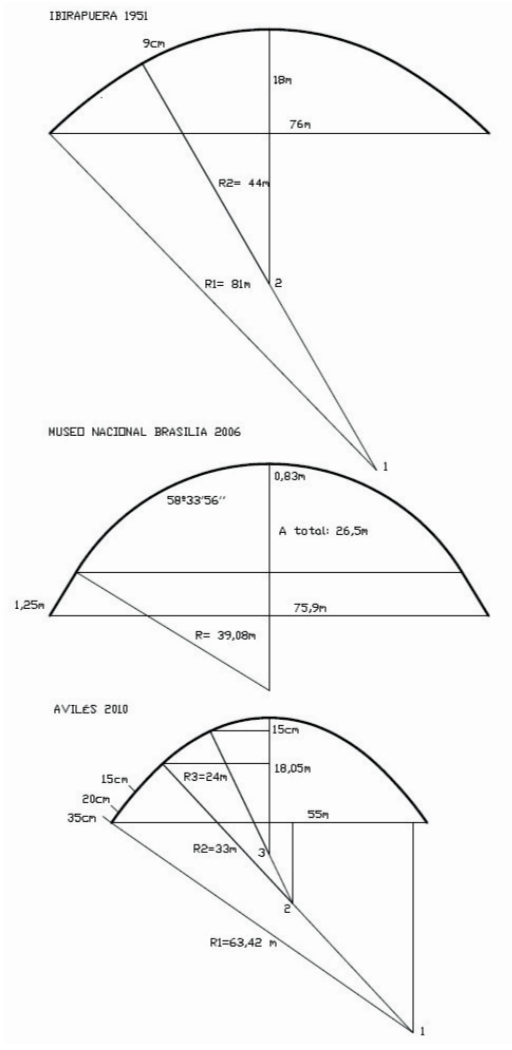


Figura 9. Perfiles de cúpulas de Niemeyer (autoría propia)

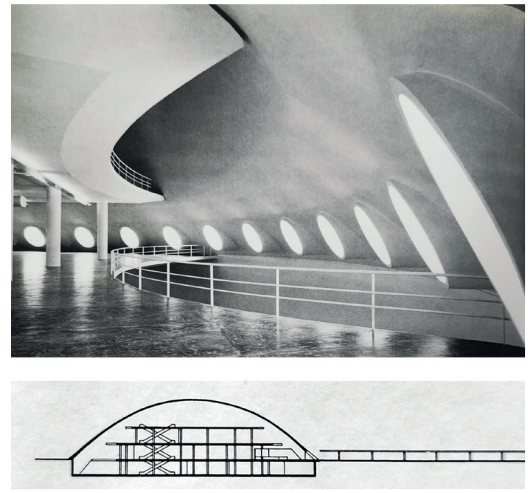


Figura 10. Casa de las Artes. Ibirapuera, São Paulo. 1951. Interior y sección. O. Niemeyer (Spiro y Kon 2004, 44, 42)

de peralte y un espesor de 9 cm (Kultermann 1989, 112). Su perfil enlaza un radio menor de 44 m en la parte central con otro mayor de 81 m en la franja del arranque. Como particularidad en ella se abren treinta huecos circulares en la base (figura 10), apoyándose la cúpula en un anillo circular soportado por setenta y ocho zapatas de hormigón. El logro estructural de esta temprana cúpula superó ampliamente en cuanto a luz salvada a la más tardía cúpula del Senado del Palacio del Congreso de Brasilia (1958) trazada sin embargo con perfil parabólico rebajado con una luz de 39 m y altura 9.85 (Silva 2012, 352, 53) según el diseño del ingeniero Joaquim Cardozo. Por su singular condición de apoyo, la cercana cúpula de la Cámara del Congreso, de 51 m, será comentada en el apartado final de este trabajo.

En 2006, Niemeyer en colaboración con el ingeniero José Carlos Sussekind repitió la luz de la Casa de las Artes en la nueva cúpula del Museo Nacional de Brasilia, alcanzando 75,9 m de diámetro con una altura de 26,5.[15] Su perfil exterior se compuso de un arco de 39,08 m, pero prolongado en este caso con rectas tangentes a partir del ángulo de 58º 33'56''. La cúpula es externamente por tanto una combinación de un tronco de cono emergente rematado por un casquete esférico. El rasgo más singular en esta cúpula es la rampa exterior curva en vuelo que sale atravesando su superficie al nivel de la primera plataforma interior para introducirse de nuevo al nivel de la segunda plataforma (figura 10). Los apoyos de dicha rampa, cuyas vigas principales son las propias barandillas, se realizan sobre la pared de la cúpula, aunque sus losas se empotran en las de los forjados de las plataformas interiores. Se soporta así un vuelo de rampa en torno a los 15 m. Respecto a las plataformas o forjados interiores, el suelo de la primera se sitúa en torno a 5 m sobre la cota de acceso exterior (terreno) y su losa ocupa toda la superficie interior,

Figura 11. Museo Nacional Honestino Guimarães, Brasilia. 2006. O. Niemeyer (autoría propia)

apoyando su perímetro en la cúpula y también en un muro circular concéntrico interior. En cambio, la plataforma superior o mezanine, construida a cota en torno a 9,8 m a modo de balconada sobre la inferior, se soporta colgada enteramente desde la cúpula por medio de un conjunto de tirantes. Las solicitaciones especiales a que se vio sometida la cúpula por todo lo anterior hicieron que esta se tuviera que construir en realidad como una serie de arcos meridianos de 25 cm de ancho y cantos variables entre 1,25 m en la base y 0,83 en la coronación (Inojosa, Buzar y De Gregorio 2015, 88). Los arcos fueron unidos por una doble cáscara dejando una cámara interior. Aunque la estructura es interesante por las mencionadas singularidades y presenta una apariencia blanca y lisa tanto en interior como en exterior que invitan a imagi-

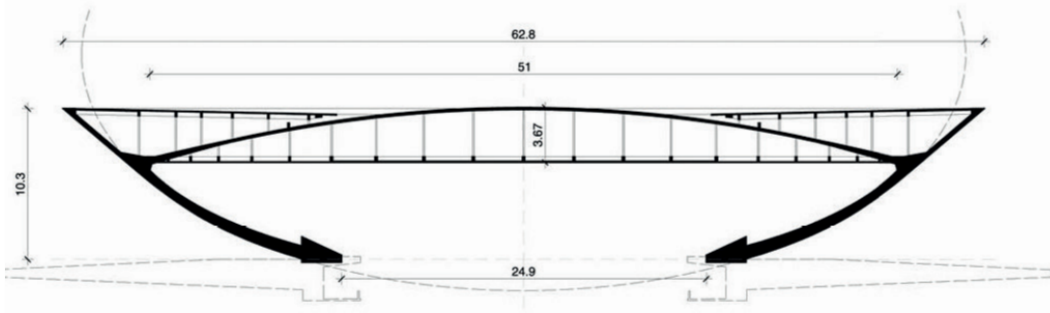


Figura 55.i
Cúpula da Câmara - Corte

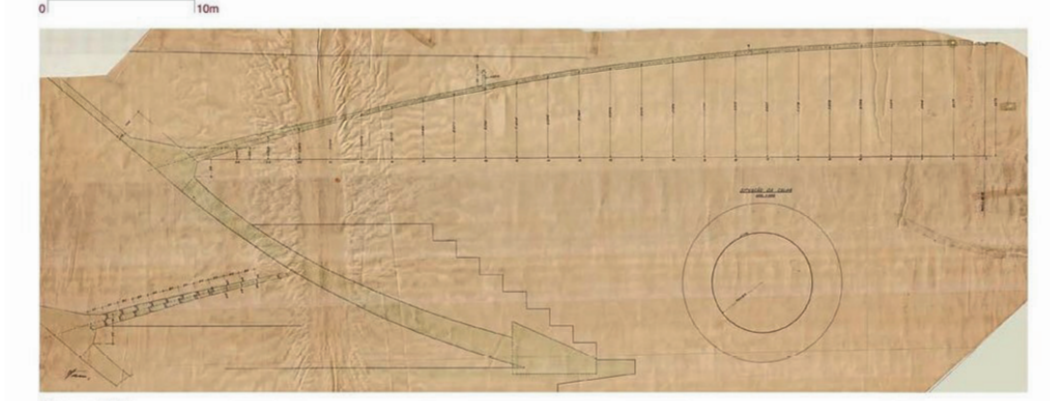


Figura 55.j
Fôrma do trecho superior da cúpula
Função estrutural da cúpula de fechamento: apoio da cobertura e sustentação da laje de forro
Fonte: Acervo da Câmara dos Deputados

Figura 12. Cámara de Diputados, Brasilia. 1958. O. Niemeyer y J. Cardoso. Secciones general y constructiva (Silva 2012, 362)

narla como cáscara sencilla, por su espesor se aparta en realidad de la idea de lo laminar y el concepto de membrana.

Como final de esta serie, la última cúpula de Niemeyer, calculada por el ingeniero Hugo Corres Peiretti y realizada en su Centro Cultural Internacional de Avilés (2010) adoptó un perfil con hasta tres centros salvando una luz más modesta de en torno a 55 m y con una altura de 18,05 m. Los radios correspondientes fueron de 63,42, 33 y 24 m en sucesión desde abajo hacia arriba y con puntos de tangencia a alturas de 10,20 y 15,80 m. El anillo de zuncho fue de 1,20 x 0,90 m (canto/ancho). El espesor fue variable con 35 cm en el arranque y en transición hasta 20 cm a los 2,35 m de desarrollo, para disminuir nuevamente después hasta los 15 centímetro en los siguientes 4.65 m de desarrollo. Desde allí se mantendrá el espesor uniforme de 15 cm hasta la coronación. Elementos especiales de rigidización fueron en este caso los dos muros en dirección radial a ambos lados de las dos puertas, unidos a la cúpula y de apoyo a la plataforma superior. El aspecto constructivo singular fue en este caso el encofrado mediante lámina hinchable PVC sobre cuyo interior se colocaron las armaduras y se realizó el gunitado de hormigón (Niemeyer 2011).[16]

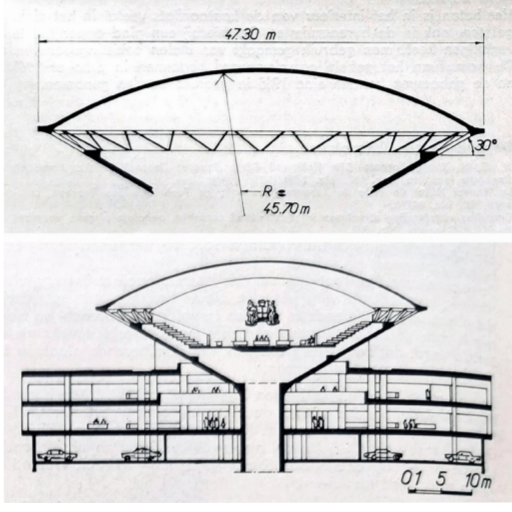


Figura 13. Ayuntamiento de Toronto. 1965. V. Revell y H. Bandel. Secciones sala de plenos (Kr 1966, 463, 462)

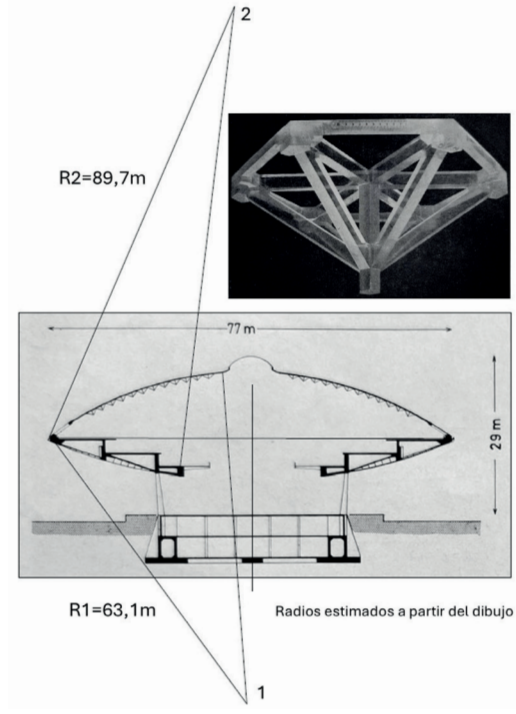


Figura 14. Evoluon, Eindhoven. 1966. L.Ch. Kalff y L de Bever. Sección con radios de curvatura y elemento de cubierta (Lazonder 1966, 434, 437, indicaciones radios autoría propia)

Cúpulas platillo

En este apartado final se consideran los casos especiales en que las cúpulas son soportadas por una superficie cóncava de revolución inferior encerrando un espacio entre ellas a modo de doble concha o de dos cuencos o platos horizontales unidos por sus bordes, uno hacia abajo y otro hacia arriba. Los ejemplos comentados se construyeron todos entre 1958 y 1966, años en que la forma de platillo resultante pareció ser especialmente atractiva por sus connotaciones futuristas y/o plásticas.

La primera de las realizadas corresponde a la Cámara de Diputados de Brasilia (1958), ya mencionada. En ella se planteó el reto de crear un volumen contendor en forma de cúpula inversa a la del Senado (aquí un plato con bordes hacia arriba). Este plato inferior debía adoptar una forma "reposada", según Niemeyer, sobre la cubierta del edificio, lo que llevó a adoptar

para su parte inferior la forma de un elipsoide de revolución, desechando otras curvas algebraicas. En su parte superior se continuó en forma recta mediante un tronco de cono tangente. La lámina esférica que cubrió el espacio tuvo que ser especialmente rebajada para no sobresalir y al mismo tiempo dejar suficiente altura libre en su perímetro (figura 12). Su diámetro alcanzó los 51 m con una altura de 3,67 m (espesor 14 cm). El cuenco inferior, primero de los de su tipo realizados, tuvo que ser especialmente reforzado con fuertes anillos de tracción y un gran espesor que alcanzó los 85 cm (Silva 2012, 362).

Para la sala de plenos del ayuntamiento de Toronto (1965), diseñado por Viljo Revell y el ingeniero Hannskarl Bandel, la percepción de los dos platos se hizo más evidente al quedar la cúpula de cubierta totalmente a la vista. El inferior se formó con una superficie cónica de ángulo 30 grados sobre la que se dispusieron las gradas (figura 13). El diámetro de la cúpula fue de 47,4 m, la altura de 6,20 y el radio de 45,7 m. Todo el conjunto apoyó sobre un cilindro de hormigón de 6 m de diámetro y 18,5 m de altura (Kr 1966, 463). Como rasgo particular, la unión de cúpula y cono se realizó con un anillo de barras inclinadas prefabricadas de hormigón que se empotraron en el anillo superior del cono.

Como punto final, el ejemplo que culminó la serie fue el Evoluon (1966), construido como centro de investigación de la empresa Philips en Eindhoven con diseño de L.Ch.Kalff y Leo de Bever. Cubrió una luz de 77 m con un perfil de radio estimado de 63,1 m (altura 10,2 m), dejando un óculo de aproximadamente 10 m. El plato inferior curvo se trazó con radio estimado de 89,7 m y su construcción se hizo mediante dos grandes anillos sucesivos de sección triangular, el interior de los cuales apoyó en un anillo de soportes en V ligeramente inclinados hacia fuera (Duyster 1966). Al igual que en el caso anterior se hizo uso intensivo del postensado en los grandes anillos de tracción (Duyster 1966, 435 y Lazonder 1966, 506). Con todo, su principal singularidad estuvo en la cúpula, que en realidad no se construyó como una lámina, sino mediante piezas piramidales de base hexagonal (c. 2 m entre caras) prefabricadas, formadas por barras y colocadas invertidas cubriendo la superficie esférica (figura 14). Al parecer, la gran indeformabilidad conseguida en cada elemento se consideró necesaria para mantener rigurosamente la forma esférica sin apartarse de su directriz una vez sometida a los esfuerzos de trabajo.

Notas

1. Profesor Titular de Universidad. Universidad Politécnica de Madrid.
2. Esta comunicación es una acción financiada por la Comunidad de Madrid en el marco del Convenio Plurianual con la Universidad Politécnica de Madrid en la línea de actuación Programa de Excelencia para el Profesorado Universitario.
3. Para el caso de las apoyadas puntualmente en España puede verse el trabajo previo del autor (García
4. Cuantitativamente doble en la base que en la coronación (Heyman 2022:19).
5. Cuantitativamente son también en proporción uno a dos, pero solo en valor absoluto (Heyman 2022:19).
6. Originalmente, fue pensado para su construcción en el Museo de la Ciencia de Munich (Deutsche Museum), aunque con dimensiones más reducidas, en torno a 10 m. Finalmente, y dado que serían necesarias pruebas en un modelo previo en la propia casa Zeiss en Jena, fabricante del mecanismo óptico, se decidió realizarlo visitable por el público y a un tamaño mayor y más apropiado para la proyección.
7. Datos de luz y altura calculados a partir de las cotas de la sección publicada, lo que corresponde a un radio de 29,35 m, no coincidente con el de 35 m indicado en el texto (Huberti 1964: 155).
8. Bill Addis (2006: 481) señala además el ejemplo pionero de la cubierta del Union Theater de Shaarbrücken (1923) sobre planta de 26,16 x 23,5 m con altura de 2,8 m (relación luz/altura de 8,4/1) realizada por el ingeniero Georg Rüth.
9. Un tema de gran relevancia fue la incompatibilidad teórica entre la dilatación del anillo de tracción y la compresión del borde de la cáscara, lo que se resolvió en la práctica mediante el ligero doblez hacia arriba de este último (Huberti 1964: 155).
10. Pese a todo las tensiones se mantuvieron relativamente bajas, 15-17 kilogramos por centímetro cuadrado (Nevzgodin 2017: 2017).
11. El capítulo sobre cáscaras del Handbuch für Eisenbetonbauer de Dischinger fue traducido al ruso en 1928 y como se citó más arriba un planetario según la patente Diwidag se había construido en Moscú.
12. Originalmente destinado a unos juegos gimnásticos, terminados estos se reconvirtió en auditorio (Tange 1989: 117).
13. Las flexiones podían ser asimismo asimétricas y la solución analítica, aunque de carácter general solo se consideró apropiada para cúpulas muy rebajadas.
14. El edificio de filtros dentro de esta estación se cubrió con paraguas de paraboloides hiperbólicos de hormigón de 22 x 22 m, los de mayores dimensiones de su tipo.

15. Originalmente su tamaño sería bastante menor en torno a 40 m. En comentarios posteriores se redondea su tamaño hablándose de una luz de 80 m incluso para el diámetro de su losa interior del primer piso, lo que no corresponde con los planos publicados y la dimensión real (Inojosa, Buzar y De Gregorio 2015: 86, 90).
16. Es diferenciador también que en el interior la cúpula visible sea una segunda cúpula de menor diámetro y radio, independiente de la exterior y colgada de ella.

Lista de referencias

Aarnouse, J. 1965. Het drinkwaterproduktiebedrijf Berenplaat. 3. Toelichting op de Constructive opzet van enkele gebouwen. *Cement* 17 (2): 75–82.

Addis, Bill. 2007. *Building: 3000 years of Design Engineering and Construction*. New York, Phaidon Press Limited.

Cassinello Pérez, Fernando. 1996. *Construcción. Hormigonería*. Madrid. Instituto Juan de Herrera y Editorial Rueda. Primera edición 1974.

Duyster, H.C.1966. De constructie van het Evoulon. *Cement* 18 (8): 433–438.

Föppl, August y Ludwig Föppl. 1920. *Drang und Zwang: Eine höhere Festigkeitslehre für Ingenieure*. R. Oldenbourg, München und Berlin (2ª edición 1928). 2 volúmenes

Heyman, Jacques. 2022. *Equilibrio de cáscaras*. Madrid. Instituto Juan de Herrera. (Ed. original Oxford University Press, 1977).

Kr. Toronto City Hal – een grootse visie in beton. 1966. *Cement* 18 (8): 461–464.

Lazonder, J.M. 1966. De uitvoering van het Evoluon. *Cement* 18 (9): 504–508.

Nevzgodin, Ivan. 2018. A great achievement of the Soviet construction technology in Siberia: The reinforced concrete cupola of the Novosibirsk Theatre. En *Building Knowledge, Constructing Histories* – Wouters, Van de Voorde, Bertels et al. (Eds).

Huberti, Günter. 1964. Die Erneuerte Bauweise. Teil 1. En *Vom Cœmentum zum Spannbeton. Beiträge zum Geschichte des Betons*. Band 1. Wiesbaden-Berlin, Bauverlag GmbH.

García García, Rafael.2019. Cascarones de coronación. Láminas vaídas de hormigón en la década de los 60 en España. *Actas del Undécimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, 503-513. Madrid: Instituto Juan de Herrera, 2019, 503–513.

Inojosa, Leonardo de Silveira Pirillo; Márcio Augusto Roma Buzar y Marcos Henrique Ritter De Gregorio. 2015. Museu Nacional de Brasília: Reflexões sobre a Interação Arquitetura x Estrutura. *Paranoá* 15: 81–90.

Kultermann, Udo. 1989. *Kenzo Tange*. Barcelona: Gustavo Gili. (Ed. original 1978, verlach fùr Architektur).

Leonhardt, Leon. 1965. Von der Cementware zum konstructiven Stahlbetonferigteil, *Vom Cœmentum zum Spannbeton. Beiträge zum Geschichte des Betons*. Band III. Wiesbaden-Berlin, Bauverlag GmbH.

May, Roland. 2015. Shell sellers – The international dissemination of the Zeiss-Dywidag system, 1923–1939. En Bowen, B. et al. (eds.): *Proceedings of the Fifth International Congress on Construction History*, June 2015, Chicago, Illinois. S.l. [Atlanta]: Construction History Society of America, vol. 2, 557–564

Molema, Jan y Peter Bak. 1987. *Jan Gerko Wiebenga. Apostel van het Nieuwe Bouwen*. Roterdam: Editorial 010.

Niemeyer, Oscar. 2011. Cúpula del Centro Cultural en Avilés. Oscar Niemeyer. Tectónica, 5 abril (editado por Carlos Quintáns). https://tectonica.archi/articles/cupula-del-centro-cultural-en-aviles-oscar-niemeyer/ (visitado 15/12/2025).

S.a. 1966. Water and Water. 40. ‘The Berenplaat’ waterworks. *Cement* 18 (4-5): 253–256.

Silva, Elicio Gomes da. 2012. *Os Palácios originais de Brasília*. Tesis doctoral. Universidade de Brasília. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

Spiro, Annette (texto) y Kon, Nelson (ilustrac.). 2004. Reine Erfindung: der Haus der Künste von Oscar Niemeyer in São Paulo. *Werk, Bauen + Wohnen* 5: 40–47.

Tange, Kenzo y Tsuboi, Yoshikatsu. 1955. In Japan: Two Triumphs of Space. *Architectural Forum* 103: 159–165.

Tange, Kenzo y Tsuboi, Yoshikatsu.1958. Cúpula Ehime-Matsyama. *Informes de la Construcción* 11 (101).

Thunnissen, H.J.W. 2012. *Bóvedas: su construcción y empleo en arquitectura*. Madrid. Instituto Juan de Herrera. (Ed. original: N.V. Wed. Ahrend & Zoon, 1950).

La torre de la iglesia de la Asunción de Almansa

Joaquín Francisco García Sáez

La iglesia de la Asunción de Almansa se comienza a principios del siglo XVI y es terminada a finales del siglo XVIII. Siendo la torre el último elemento construido. Cuando se decide comenzar la construcción del nuevo templo, la configuración urbanística de Almansa, no tiene nada que ver con la del tiempo en que se acabó. Por lo que, en estos más de dos siglos, cambian las distintas necesidades a las que tiene que responder el edificio. Cambios debidos a la evolución urbana de Almansa, en el siglo XVI villa y en el XVIII ciudad. En la actualidad, la fachada principal, se abre a la plaza de Santa María, formando parte del conjunto monumental más emblemático de la ciudad, plaza que constituye el centro religioso y político de la ciudad de Almansa. Pero no siempre fue así. Este espacio en el siglo XVI cuando se inicia la construcción de la iglesia no solo tenía una posición secundaria y descentrada en el plano urbano, sino que era un espacio que quedaba delimitado por las traseras de casas corrientes y ejidos de los márgenes de la población, espacios ni cultivados ni ocupados que, además, coincidían con el área de desagüe de la rambla de las Hoyuelas (Figura 1).

Se puede decir con toda seguridad que este espacio no es urbano, no es interior a la población del siglo XVI, por lo que no tiene sentido que la puerta principal de la iglesia de la población abra al campo y no a la ciudad. Así pues, del conocimiento del desarrollo urbanístico en el siglo XVI de Almansa, se puede deducir que la portada de la iglesia que se plantea originalmente se situaría en el extremo opuesto de la actual, recayendo la fachada a los espacios donde recaía también el centro político-administrativo de la villa de Almansa.

La iglesia se empieza a construir en 1525 bajo la dirección del maestro Marquina, todavía bajo la inercia de las construcciones góticas, y la fachada principal debería mirar hacia la actual plaza de san Agustín, por entonces centro de la población y lugar donde se encontraba el Ayuntamiento. En 1563 Anton van der Wyngaerde realiza un apunte de Almansa dentro de un encargo que recibe de Felipe II con el fin de dibujar distintas ciudades de su reino. En el esquema que dibuja referido a Almansa parece confirmarlo. En él, la espadaña de la iglesia se coloca en la zona más próxima al centro urbano. La plaza de Santa María, por el contrario, presentaba una disposición marginal o excéntrica en dicho plano (Figura 2).

Lo que nos ratifica este dibujo es que la entrada inicial de la iglesia no es la misma que hoy conocemos, sino que originalmente estaba situada en el extremo opuesto. Ahora está orientada al suroeste y originalmente estaba orientada al noroeste. Siendo la disposición original la tradicional anterior al concilio de Trento donde la iglesia se disponía sobre un eje con componentes este-oeste, con la cabecera a la componente este y los pies a la oeste.

Los motivos para el cambio, pudieron ser varios. No sería descabellado plantear incluso el de la influencia-rivalidad entre las familias con más peso de

Joaquín Francisco García Sáez – Universidad Rovira i Virgili

Figura 1. Emplazamiento de la Iglesia en el casco urbano a principios del siglo XVI y su relación con la rambla de las Hoyuelas (Hoy calle Rambla de la Mancha). (Elaboración propia)

la época en los aledaños del templo, los Galiano, con casa cercana a la plaza San Agustín y los Pina con casa recayente a la plaza Santa María. Batalla que ganarían los Pina. Lo cierto es que alteración de la portada de la iglesia llevaría consigo el cambio de lugar de la disposición de la torre.

Así, a finales del siglo XVI se levanta el primer cuerpo de la portada de la fachada principal, ya en la plaza de Santa María, y en 1619 se encarga a Figuerola el segundo cuerpo de la portada y los campanarios. Campanarios que, según se ha visto, se habrían de ejecutar sobre una construcción ya realizada, encastrados en la primitiva cabecera que en estos momentos harán de pies. Esta hipótesis explica la destrucción de la bóveda de la capilla situada junto a lo que debió ser el ábside, para realizar la escalera de acceso a la actual torre (Figura 3).

Así surge el problema de realizar una nueva torre campanario no prevista originalmente en un edificio

Figura 2. Detalle de la iglesia en el dibujo de Anton van den Wyngaerde

Figura 3. Imagen de los restos de los arcos de la bóveda demolida de la capilla para situar el acceso a la torre desde la iglesia. (Foto autor)

ya construido, con los problemas constructivos, estructurales y/o de cimentación que pudieran afectar al edificio ya construido, a la vez que una nueva portada a un nuevo espacio urbano. La torre es el problema, la fachada, como se verá, será la solución a los problemas que pueda plantear el emplazamiento de la torre en una posición no prevista originalmente y con un edificio, si no acabado en sus últimas fases de construcción.

Como todo elemento arquitectónico, está condicionado por una serie de parámetros que la van a caracterizar y definir, explicándonos por qué es así, y cal es su estado de conservación. Estos parámetros son: el medio, la función, la construcción, la sociedad y muy relacionada con ésta, la composición. En este artículo incidiremos en los dos relacionados con la construcción: el medio y la construcción propiamente dicha.

La torre y el medio

El primero de los parámetros a afrontar para el conocimiento de la torre es el medio como condicionante a las respuestas constructivas de elemento y sus circunstancias, arriba expuestas y como proveedor de los materiales de construcción utilizados. En su situación en el contexto del plano urbano, y en los vínculos que mantiene con el medio geográfico en el que se encuentra. Todo ello condiciona el porqué de su existencia.

La torre se levanta en la nueva fachada principal de la iglesia, en el extremo opuesto al ábside-presbiterio, es decir, a los pies de la nave (Figura 4). Pero hablar del medio cuando nos referirnos a un espacio

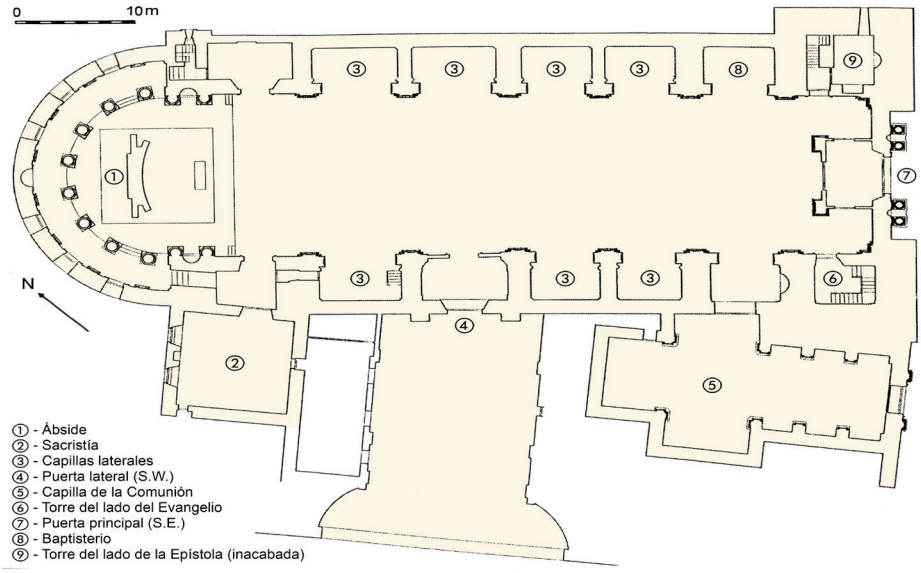


Figura 4. Plano de la iglesia con el lugar que ocupa el campanario. (Elaboración propia)

arquitectónico que forma parte de un conjunto complejo, no sólo implica observar su ubicación dentro del mismo y de la trama urbana, también su vinculación al espacio geográfico que lo acoge. El medio, entendido como territorio condicionará determinados aspectos de la construcción, como los materiales empleados, las soluciones técnicas de la fábrica, y la influencia de la orientación en la construcción.

Materiales empleados

Se persiguen criterios de racionalidad y la manera de reducir los costos de los materiales de construcción por lo que se recurren a los más cercanos, en este caso la piedra de canteras locales, aunque no sea el mejor material, y el ladrillo (Figura 5).

La base de la torre, se alza hasta los 18,5 metros de altura con fábrica de sillería, sillares de unos 0,90 m de largo x 0,50 de ancho y otro tanto de espesor. Como la naturaleza geológica del roquedo del entorno es de origen sedimentario la piedra utilizada es de este tipo; areniscas procedentes de la antigua cantera de las inmediaciones de la labor de Valparaíso, hoy sin actividad, a unos diez kilómetros de la ciudad en el antiguo camino de Yecla.

Figura 5. Fachada completa de la iglesia. (Autor Carlos Hernández Baeza)

Un documento de 27 de marzo de 1748, del Archivo del Obispado de Cartagena, especifica que la piedra de las bases de las torres y de la fachada levantadas en el siglo XVII procedía de la cantera de Los Losares. Debe ser la de Valparaíso, topónimos ambos del mismo paraje en donde se extrae una piedra arenisca fácil de trabajar y especialmente versátil para labrar con ella sillares de gran tamaño. El sillar de arenisca resultó ser el material dominante en las portadas más singulares de la ciudad levantadas durante los siglos XVI, XVII y XVIII. La del templo parroquial –en la que se incluyen las bases de las torres–, Casa Grande, iglesia del convento de Agustinas, Ayuntamiento Viejo -actual Casa de Cultura-, o fachada de la casa solariega de los Enríquez de Navarra.

El ladrillo es el protagonista del segundo cuerpo de la torre, el cuerpo de campanas, que se corona con cúpula recubierta de tejas vidriadas en azul y se remata con veleta y cruz de hierro forjado. El cambio de la piedra al ladrillo pudo deberse a razones de índole económica o compositiva, derivada ésta del cambio de gustos estéticos en el dilatado periodo comprendido entre el comienzo de las obras del templo y las del campanario.

No lejos de la población se localizan canteras de arcilla, todavía en explotación, que han facilitado la fabricación artesanal o industrial de ladrillos. No obstante, su empleo tampoco estaba muy generalizado en el siglo XVIII por ser relativamente caro su laborioso proceso de producción, reservándose para construcciones singulares como el caso de la torre.

Atendiendo a criterios económicos-constructivos, el cambio de piedra a ladrillo del cuerpo de campanas y del remate superior debió responder a la naturaleza más ligera del segundo, con lo cual se mitigaba el peso a sostener por la cimentación, asentada sobre los endebles terrenos aluviales del desagüe de la rambla de las Hoyuelas. En el criterio de aligerar el peso del segundo cuerpo de la torre coincidieron tanto Pagán como Cabrera, aunque al segundo le correspondió tener que terminar el campanario y tomar la decisión de hacerlo utilizando el ladrillo. Esta ligereza del ladrillo frente a la piedra, repercute en la racionalidad y economía de la ejecución de la obra, pues es mucho más fácil y económico acopiar los ladrillos a más de 18,50 m de altura que sillares de piedra.

Las soluciones constructivas

Los recursos utilizados en su construcción, en general, han estado condicionados por el medio geográfico y los materiales en él disponibles. Ha primado la tradición. De ellos emanan las soluciones arquitectónicas empleadas, ligadas asimismo a las tradiciones culturales en materia de construcción de la zona y de la época.

Como respuesta a esas premisas, los elementos portantes verticales de la torre han sido muros de fábrica de sillares, mampostería o ladrillo. Materiales que como elementos horizontales o de cierre han generado, en los forjados intermedios o de coronación, la construcción de bóvedas de argamasa de hormigón de cal o tabicadas de ladrillo de dos roscas en las escaleras.

La cubierta superior de la torre que la corona podría haber sido plana a modo de terraza, pero se hizo también abovedada y con revestimiento de teja curva a la manera tradicional de la zona y del momento. Solución constructiva adaptada al entorno. La experiencia decía que este sistema se adaptaba mejor a los rigores climáticos de Almansa y permitía desalojar rápidamente las lluvias torrenciales, evitando filtraciones, asimismo reducía los excesos de carga en caso de grandes nevadas. Pero en la terminación de la torre, hubo también un factor de tipo compositivo, el dotar a la torre de un remate más airoso y elegante que, además, incrementa la sensación de altura.

La orientación

La orientación de un edificio suele estar ligada con el medio geográfico en el que se levanta, tanto en la arquitectura civil como en gran medida en la religiosa. Disposición con la que se pretende adaptar el conjunto de manera óptima a la exposición solar, protegerlo de los vientos dominantes, o poder ventilar de forma adecuada los interiores. Pero las mezquitas orientan su quibla hacia La Meca, las sinagogas hacia Jerusalén, y las cabeceras o presbiterios de las catedrales e iglesias más importantes del mundo cristiano suelen hacerlo hacia la orientación este, punto de salida del sol. Vemos que, en el caso de los edificios religiosos, la orientación suele estar determinada por convencionalismos de carácter simbólico tal y como se ha visto.

En el mundo cristiano esta coincidencia buscaba que fieles y oficiantes mirasen durante la liturgia hacia la salida del sol, origen de la luz como símil de Cristo como luz del mundo, el *Ego sum lux mundi*. De esta forma la fachada principal, en el lado contrario, miraba hacia poniente, símbolo de la noche; así, al penetrar los fieles en el templo, metafóricamente hacían el tránsito desde la oscuridad hacia la luz, que se desbordaba sobre el altar mayor en los primeros momentos del día. Esta norma se aplicó de manera general en las iglesias de mayor rango en la arquitectura románica y gótica, descolgándose de ella de forma paulatina a partir de la segunda mitad del siglo XVI, tras el concilio de Trento.

Por tanto, la iglesia parroquial de la Asunción, como templo principal de la ciudad e iniciada su construcción a partir de 1525, antes del Concilio de Trento, debería responder a esa disposición preestablecida. Disposición este-oeste con la cabecera en el este y los pies al oeste, lugar en el que se debería emplazar la fachada principal, también denominada fachada oeste. Pero la Asunción tal y como hoy la conocemos presenta la disposición contraria, con su cabecera a poniente y la fachada principal a levante. Más ahora sólo vamos a tratar la influencia de la orientación en el comportamiento y durabilidad de los materiales constructivos ante el proceso de desgaste por su exposición a la intemperie. (Figura 6)

El primer cuerpo de la torre forma parte de la fachada del templo y presenta un único lado exento en su totalidad, el lado recayente a la fachada, labrado en piedra arenisca. El segundo cuerpo o de campanas es de ladrillo y de planta casi cuadrangular, con dos lados algo más largos que los otros dos. A la segunda altura es a la que nos referimos cuando coloquialmente hablamos del campanario, al presentar una estructura exenta en sus cuatro paños o lados. Lados que no toman una orientación perfecta norte-sur-este-oeste, sino una desviación sureste-suroeste-noroeste-noreste. El sureste se corresponde con la fachada principal. En la intervención realizada entre 2015 y 2016 en el cuerpo de campanas se procedió a la labor de consolidar los paños de ladrillo, en los que se venían dando desprendimientos de fragmentos que constituían un punto de latente peligrosidad para viandantes.

Los ladrillos de manufactura artesanal utilizados no poseen las características de impermeabilidad y compacidad de los modernos, por lo que son porosos y absorben mucha agua. Se constató que las fachadas más afectadas por el deterioro eran las de los lados de componente sur –sureste, la de la fachada, y sobre todo suroeste–, mientras que las de componente norte presentaban mejor estado, con menos desperfectos. Parece contradictoria esta afirmación pues a nivel popular se considera la orientación norte la más desfavorable para dirigir u organizar un edificio y la mejor la del mediodía. Pero atendiendo a la naturaleza de los materiales y a su comportamiento ante las condiciones climáticas, y constatando el estado que presentaban las fachadas de este cuerpo de la torre, ocurre todo lo contrario.

El ladrillo tiene gran inercia térmica y tarda en calentarse porque le cuesta absorber el calor, pero una vez lo hace lo retiene y tarda en enfriarse. Por ello, durante los meses fríos, la amplitud térmica diaria entre las fachadas de componente sur y el ambiente, es mayor que en las de componente norte. Se calientan más durante el día y la temperatura ambiente es la misma durante la noche, de manera que en las noches de helada el ladrillo llega a tensionarse más sobre todo los del lado suroeste donde la diferencia térmica es mayor.

Los ciclos de hielo-deshielo son más numerosos en las fachadas de componente sur lo que acelera el proceso de deterioro del material cerámico. En las fachadas de componente norte el hielo se mantiene más tiempo en ese estado, por lo que el número de episodios hielo-deshielo es menor, y es por eso por lo que el ladrillo de las fachadas con orientaciones de componente norte se encontraba menos castigado.

La torre y la construcción

El conocimiento de este parámetro nos responde a la pregunta de cómo se materializa la torre, qué técnicas constructivas se utilizan y por qué. Hasta ahora se ha visto que hay que construir un elemento funcional en el que se puedan ubicar grandes campanas a una altura considerable para lo que se disponen de unos materiales determinados en el entorno cercano que son aptos y lo suficientemente rentables para su utilización. La torre, no es una construcción unitaria debido a que la obra se realizó durante varios siglos y con dos materiales distintos: la piedra y el ladrillo. La piedra, que como se ha visto en su paramento exterior, es de naturaleza are-

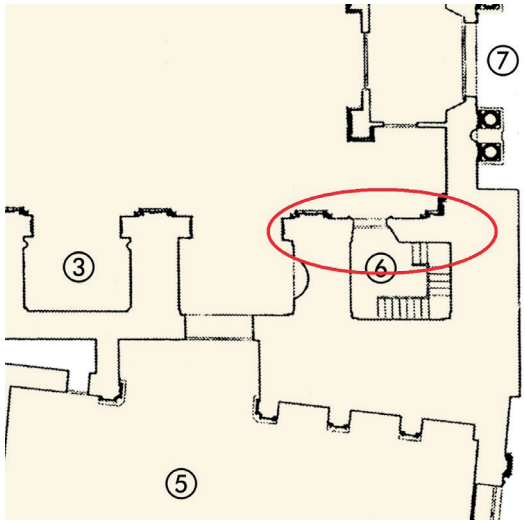


Figura 7. Muro de torre apoyado cerramiento lateral de la nave de la iglesia de lado del evangelio

nisca y se emplea en la parte inferior de la torre en forma de sillar.

Esta parte inferior es lo que sería la base. Base que está integrada en la fachada de la iglesia, flanqueando por su izquierda el cuerpo central de la misma donde está la portada principal del templo con su acceso, retranqueada, a modo de arco de triunfo, con los grupos escultóricos el de la Anunciación en el cuerpo inferior y el de la Asunción en el cuerpo superior. De esta base arranca la torre propiamente dicha, elemento constructivo exento en el cual el ladrillo es el material empleado.

La fábrica de piedra tiene una altura de 18,50 metros coincidiendo con la altura de coronación de la fachada. Esta fábrica se dispone en tres de los cuatro lados de la base de la torre, que son los que van a quedar vistos: el sureste, que es el que forma parte de la fachada, el suroeste y el noroeste, estos dos parcialmente ocultos por la capilla de la comunión construída adosada a estos paramentos en fecha posterior. Simétricamente podemos verlo en el arranque de la torre derecha, que nunca llegó a terminarse. Así pues, análogamente, y de manera simétrica se dispondría el paño suroeste de la torre completa que arrancaría desde el suelo por fuera de la primera capilla de la iglesia, ya construida, a la que envuelve. Sin embargo, el paño noroeste arrancaría del muro de separación/contrafuerte situado entre la primera y segunda capilla y quedaría visto en su parte superior por encima de la cubierta de las capillas.

Son dos las causas por las cuales solo se dispone la fábrica de sillería en estos tres lados. La primera es porque estos tres lienzos envuelven los paramentos exteriores de una construcción preexistente a la que envuelven, y la segunda, consecuencia de esta primera es porque van a quedar vistos. El cuarto no es necesario porque el lado noreste de la torre, en su base no existe. En este lado, la torre arranca de la parte superior de la iglesia y apoya sobre el cerramiento que limita la nave de la iglesia con las capillas laterales en lo que hoy es el lado del evangelio. (Figura 7).

Teóricamente este muro se apoyaría en la estructura de un edificio preexistente. Pero este cerramiento que separa la nave de la iglesia de las capillas laterales no es un muro continuo, sino que está horadado por arcos de medio punto. Estructura probablemente no diseñada para soportar nuevas cargas no previstas en el proyecto original. Así Figuerola ha de resolver este problema constructivo-estructural de las sobrecargas no previstas. En el análisis del primer cuerpo de la torre, nos lleva a la conclusión de que no es una edificación homogénea, sino que existe una construcción interior de fábrica de mampostería y otra exterior de fábrica de sillería por tres de sus lados. Existen por tanto en la sección de las bases, probablemente, dos fábricas de momentos constructivos distintos. El primero correspondería al muro perimetral de la igle-

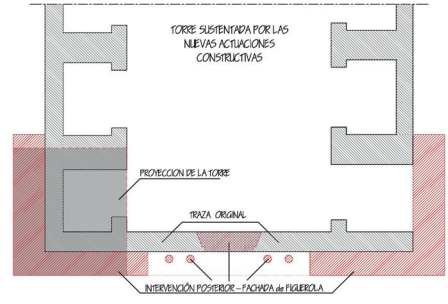


Figura 8. Fases constructivas de la fachada de la iglesia de la Asunción. El trazado gris el muro perimetral de la hipotética cabecera primitiva. En rojo, la intervención de Figuerola. Diseña la fachada adosada a la traza original, que es a la vez nueva fachada y cimentación de la nueva torre no prevista originalmente. (Fuente: elaboración propia)

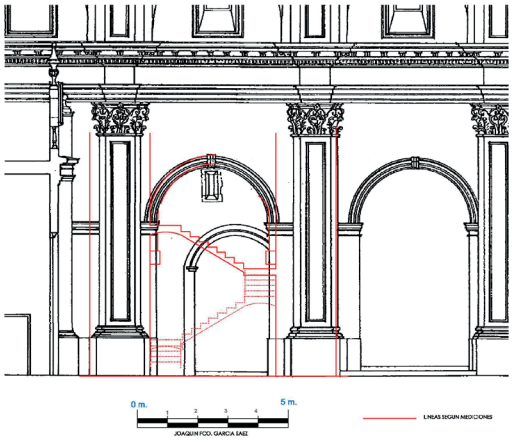


Figura 9. Esquema del interior de la iglesia en el que el muro es sustituido por un arco de medio punto que descarga los esfuerzos superiores sobre dos contrafuertes del templo. En rojo la escalera de acceso al campanario. (Fuente: elaboración propia)

Figura 10. Arco de descarga. (Fuente el autor)

sia de la primera mitad del XVI, sin los cimientos calculados para la torre; el segundo a la obra de Figuerola, esta sí pensada desde el subsuelo para la función que debía cumplir. Con esta solución constructiva de envolver las construcciones existentes, se tiene resuelto el apoyo de tres de los lados de la torre sin afectar a las construcciones previas. (Figura 8)

¿Qué obra preexistente es la que reviste? Sería una capilla lateral como hemos visto. Los paramentos interiores de la torre dejan al descubierto restos de elementos arquitectónicos de la capilla original demolida, pilastras, arcos y nervaduras iguales a los de las capillas restantes; pero también el espacio que ocupa y sus estructuras arquitectónicas son iguales a los de la capilla colindante, también desnaturalizada desde el siglo XVIII para convertirse en el acceso a la capilla de la Comunión (Figura 9).

Todas las pistas nos llevan a la misma conclusión, la base de la torre fue concebida como capilla lateral que llegó a construirse y cuya bóveda fue demolida para levantar la escalera de acceso al campanario. La obra del XVII reviste la edificación prexistente, integrándola como parte del fundamento de la torre. Pero nos queda ver cómo se resuelve la transmisión de las cargas del muro de la torre que apoyaría en el cerramiento de la nave de la iglesia con las capillas laterales, que como se ha visto no es macizo, que está horadado por los arcos de entrada a las capillas laterales, con el fin de que sus cargas no afecten a las construcciones preexistentes. La solución constructiva consiste en la ejecución de un arco de descarga que trasladaría las cargas de este cerramiento de la torre a los muros perpendiculares al mismo y que se construyen para revestir la capilla con sillares. El arranque de este arco de descarga apoyará en los nuevos elementos que se adosan a la antigua capilla, por lo que, los nuevos esfuerzos de la torre no prevista serán recogidos por las nuevas construcciones ideadas por Figuerola sin afectar a las construcciones preexistentes. (Figuras 10 y 11)

El sistema constructivo del segundo cuerpo se aborda por medio de muros de fábrica de ladrillo y el arco de descarga mencionado, también de ladrillo, material con el que se reanuda la obra para no sobrecargar la base. Por otra parte, los sillares de piedra de las dimensiones mencionadas tienen un peso medio aproximado de 1.850 Kg cada uno, que precisarían de grandes y sofisticadas grúas para elevarlos a las alturas alcanzadas, con el consiguiente sobrecoste. El componente económico pudo ser también motivo para el cambio de materiales. Los ladrillos, de dimensiones aproximadas de 30 cm de soga x 15 de tizón y 5 de grueso, son fácilmente manejables por una persona y factibles de elevarlos a las alturas requeridas con una simple carrucha. Los costes por mano de obra resultaban menos gravosos. La fábrica de ladrillo quedaba trabada mediante argamasa, pero

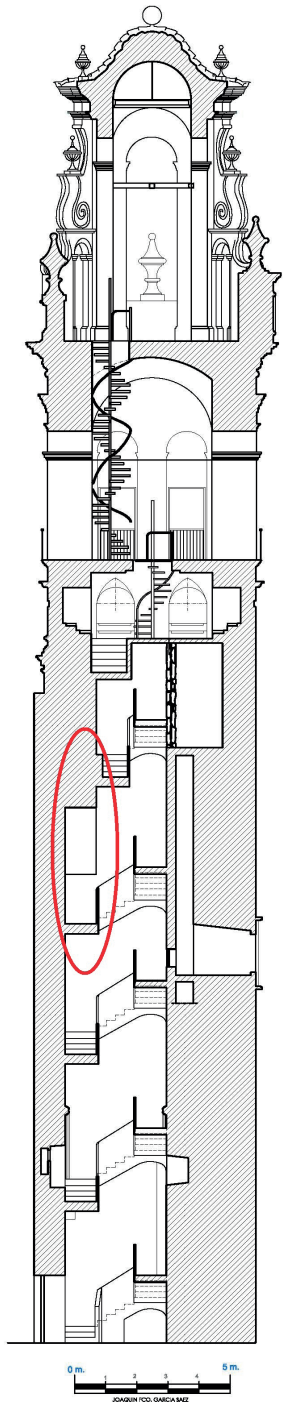


Figura 11. Arco de descarga. (Fuente el autor)

no aparejada, es decir, el dibujo resultante de la colocación del ladrillo en el muro no resulta del todo regular. Es parecido al denominado aparejo gótico, donde se alternan ladrillos a soga y a tizón en una misma hilada. Con esta técnica se fueron elevando los paños de la fábrica de al menos, muros de 30 cm de grosor.

Pero las dimensiones planteadas para los cuerpos superiores de la torre no estuvieron determinadas por el tamaño del ladrillo, sino por la existencia del nivel preexistente, lo que hizo necesario introducir fragmentos de ladrillo en el cuerpo de la fábrica para ajustarse a las medidas. Esta forma de ejecutar la traba nos dice dos cosas. Primera, que el material del cuerpo de campanas no pudo ajustarse con precisión al proyecto original del siglo XVI, por lo que resultará una fábrica imprecisa. Segunda, que el acabado final del paramento no se pensaría para quedar como ladrillo visto sino enlucido, salvo en los detalles de molduras o cornisas que, por ello, son de ladrillo aplantillado. Nunca una fábrica de ladrillo con aparejo de tan mala factura se dejaría vista, pues denotaría mala calidad del elemento constructivo y no estaría a la altura de la monumental fachada ni del sentido simbólico que se buscaba con la nueva construcción. (Figura 12)

Figura 12. Ejemplo de mal aparejo. (Foto autor)

Los ladrillos, como ladrillos de tejar que son, de mala factura en su acabado e irregulares, no debían de quedar vistos. Las buenas prácticas de construcción obligaban a tratar los paramentos de su fábrica mediante revocado, para evitar su pronto deterioro ante los agentes atmosféricos. Tres eran las técnicas tradicionalmente empleadas en la época para mejorar

Figura 13. Ejemplo de mal aparejo y paramento de aparejo fingido aparecido detrás de la esfera de reloj desmontada. (Foto autor)

la resistencia de ese tipo de muros y a su vez ordenar y regular su aspecto: el rejuntado, el retundido y el aparejo fingido. Durante la intervención llevada a cabo, en las juntas del paramento de la torre no se constataron restos de las dos primeras técnicas. Pero al desmontar los restos de la esfera del reloj en la zona superior del lado suroeste quedó al descubierto un símbolo mariano, pintado sobre un enlucido que simula la fábrica de ladrillo; de esta manera se imita un aparejo perfectamente ordenado donde no lo hay. Sería un aparejo fingido (Figura 13).

Así pues, la utilización de un material colocado sin la menor preocupación por conformar un aparejo de calidad y que atiende a conseguir sólo la simple trabazón, nos está hablando de que el paramento de la torre estaba previsto para quedar enlucido con revestimiento continuo, probablemente de mortero de cal. El acabado nunca se llegó a realizar y no conocemos la existencia de documentos sobre su posible ejecución, pero hay muestras de que se efectuaron los primeros pasos para ello. En determinados puntos de la torre aparecen restos de maestras de yeso, empleadas para perfilar las aristas de las superficies enlucidas. (Figura 14)

Resultó más económico dejar el ladrillo visto pero quedó privado de la protección que garantizase su mejor mantenimiento, lo cual ha influido de forma negativa sobre el estado de conservación de la torre. Visualmente este hecho no era importante desde el nivel de la calle, donde el dibujo del aparejo no se aprecia, pero determinó el fin precipitado de la obra que quedaba inacabada y, por ello, más pronto deteriorada.

Figura 14. Maestras de yeso (machucho) para posible posterior enlucido. (Foto autor)

Conclusiones

El estudio pormenorizado de la torre de la iglesia de Nuestra Señora de la Asunción necesario para la realización del proyecto de consolidación de la torre y el conocimiento que la ejecución del mismo me ha propiciado, me llevan a las siguientes conclusiones:

— La ubicación de la torre no es la originalmente concebida y se realiza sobre una construcción preexistente, lo que condiciona su resolución constructiva, que el arquitecto encargado de su resolución, el maestro Figuerola, resuelve con brillantez evitando llevar las nuevas solicitaciones generadas por la nueva torre a las construcciones existentes para lo cual genera unos nuevos elementos estructurales a los que podrá dotar de cimentación independiente del edificio preexistente para que no fueran afectados. Todo esto conformando una nueva fachada a la iglesia. Se podría concluir que la fachada de la iglesia es la solución constructiva de la implantación de la torre en ese lugar.

— La torre de la iglesia está inacabada. No fue proyectada en ladrillo caravista esta fábrica de ladrillo debería estar revestida con algún mortero. Pero al no hacerse eso en su día, hacerlo en estos momentos podría ser considerado como un atentado en la intervención del patrimonio puesto que después de casi tres siglos, la imagen de la torre se ha consolidado tal y como lo está, con ladrillo caravista. Aunque la realización del enlucido con mortero de cal sería la solución adecuada para garantizar una durabilidad mucho mayor a la torre evitando que se deterioren los ladrillos y puedan producir caída de cascotes, que con el tiempo se seguirán produciendo.

Lista de referencias

Camino Olea, María Soledad et Al.: 2019. La trabazón de las fábricas de ladrillo y el aparejo fingido. *Actas del Undécimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Soria: Instituto Juan de Herrera.

García Sáez, Joaquín Fco. ALMANSA: 2012. Un lugar en diferentes momentos y diferentes formas de vida. *ALBASIT Revista de Estudios Albacetenses nº 57*. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses "Don Juan Manuel".

Juan Vidal, Francisco. 2000. *Los campanarios de José Mínguez. Valencia 1700-1750*. Valencia: Biblioteca TC.

Pereda Hernández, Miguel Juan. 1987. La Iglesia de Santa María de la Asunción de Almansa (Estudio Histórico 1524-1987). *Cuadernos de Estudios Locales nº 8*. Almansa: Asociación Torre Grande.

Pereda Hernández, Miguel Juan. 2006. Iglesia de Santa María de la Asunción: Quinientos años de historia. *Actas de Jornadas de Estudios Locales nº 6 "Arquitectura religiosa en Almansa"*. Almansa. Excmo. Ayuntamiento de Almansa-Asociación Torre Grande.

Pereda Hernández, Miguel Juan. 2013. *ALMANSA desde los Reyes Católicos hasta la transición"*. Almansa: Excmo. Ayuntamiento de Almansa.

Pérez Valcarcel, Juan y Pérez Palmero, 2019 Mª Victoria. Orientaciones atípicas en la arquitectura prerrománica en la península ibérica. *Actas del Undécimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Soria: Instituto Juan de Herrera.

Piqueras García, Rafael. 2006. Evolución estilística de la iglesia de la Asunción de Almansa. *Actas de Jornadas de Estudios Locales Nº 6 "Arquitectura religiosa en Almansa"*. Almansa. Excmo. Ayuntamiento de Almansa-Asociación Cultural Torre Grande.

Simón García, José Luís y García Sáez, Joaquín Fco. 2006. Arquitectura gótica en Almansa: Testigos de una época épica. *Actas de Jornadas de Estudios Locales nº 6 "Arquitectura religiosa en Almansa"*. Almansa: Excmo. Ayuntamiento de Almansa-Asociación Torre Grande.

Historia de un arbotante: construcción, colapso y reformas históricas de la torre de la Zuda del Museo de Huesca

Ignacio Javier Gil Crespo
Estefanía Herrero García
Paloma Bel Borja

La torre de la Zuda de Huesca es una construcción medieval de planta hexagonal alargada y en una de sus aristas tiene un arbotante con un estribo rectangular. Lo singular de este arbotante es que, además de ser único, no está recogiendo empujes de ninguna de las bóvedas, ya que se sitúa a media altura por encima de las bóvedas de la sala inferior, conocida como sala de la Campana y está, además, algo desviado respecto de la perpendicular del muro y de la bisectriz del encuentro entre las caras de la torre. Las obras de consolidación ejecutadas en 2024 permitieron estudiar y comprender la historia del edificio a través de las improntas constructivas del arbotante y del estribo.[1] Se pudo interpretar, gracias al análisis estratigráfico y a la observación atenta, que el arbotante había sido objeto de reformas y reparaciones históricas ejecutadas tras un colapso en época indeterminada. Con los datos disponibles y con el análisis propio de la historia de la construcción se pudo plantear la hipótesis de la forma original de la torre, de sus problemas estructurales para los que hubo que arriostrar con un doble arbotante y de un probable colapso entre la construcción de la torre (s. XII) y la reforma barroca cuando el edificio pasa a formar parte de la Universidad Sertoriana de Huesca (s. XVII). El adosamiento de un cuartel militar en el siglo XIX, los impactos durante la Guerra Civil y su utilización como cárcel en el XX fueron los últimos episodios que dejaron marcas en el estribo y el arbotante. La historia del arbotante, un elemento que en principio parecía fuera de lugar, ha sido la clave para conocer la historia de la construcción, del colapso y de las reformas históricas que ha sufrido la torre de la Zuda.

La torre de la Zuda de Huesca y su arbotante: leyendo su historia

El Museo de Huesca está compuesto por dos edificaciones: la antigua Universidad Sertoriana de Huesca, de forma octogonal y con un patio central, edificio del siglo XVII; y el Palacio de los Reyes de Aragón, formado por tres cuerpos de factura medieval. El cuerpo hexagonal más septentrional de este palacio se denomina torre de la Zuda, en cuya esquina noreste se encuentra el estribo y el arco arbotante que es objeto de estudio (Figura 1). Este antiguo alcázar o palacio de los Reyes de Aragón se levantaba junto a la zuda andalusí, en la parte más prominente de la ciudad y donde probablemente se estableció el poder local y un primer recinto amurallado (Utrilla Utrilla 1977; Naval Mas 1980; 2017). De este conjunto palaciego sólo subsisten tres elementos que se incorporaron a la Universidad Sertoriana: la torre de la Zuda, el salón del trono y la iglesia.

En efecto, este edificio de la Universidad Sertoriana destaca por su singularidad arquitectónica. La Universidad Sertoriana de Huesca se funda en 1354 por Pedro IV, alojándose en el primitivo alcázar o palacio de los Reyes de Aragón. En 1690, el arquitecto

Ignacio Javier Gil Crespo; Estefanía Herrero García; Paloma Bel Borja – Anfion. Arquitectura y Patrimonio SLP (Madrid, España)

Figura 1. Vista de conjunto de la torre con el arbotante y estribo tras su restauración

multifacético y profesor de esta institución, Francisco José de Artiga (1650-1711), ejecuta la obra del edificio con planta octogonal y patio central. Para implantar este edificio tuvo que demoler parte del antiguo alcázar, habiendo pervivido tan sólo los cuerpos situados al noroeste: la iglesia, el salón del trono (que hará la función de paraninfo) y la torre de la Zuda. En el museo se conserva un grabado con el proyecto de Artiga en el que, además de una monumental fachada clasicista que no llegó a ejecutar, hay que llamar la atención sobre lo que no se ve: no se dibujó ni la torre de la Zuda ni el Salón del Trono ni la iglesia: ¿sería la intención original de Artiga demoler estos elementos del Palacio de los Reyes de Aragón como sí hizo con el resto del palacio?

Tras la reforma de las universidades de 1845 y la supresión de los Estudios Generales de Huesca, se instaló aquí el instituto de segunda enseñanza de Huesca. El Museo Artístico y Arqueológico de la Provincia de Huesca fue fundado en 1864 por la Comisión Provincial de Monumentos Históricos y Artísticos de la Provincia aunque, sin embargo, no fue inaugurado hasta 1873 gracias al impulso de Valentín Carderera. Este primer museo se ubicó en el edificio del colegio Mayor de Santiago y fue el encargado de recoger los bienes de varios conventos altoaragoneses y otras colecciones. Poco a poco fue enriqueciendo sus fondos, organizados entre las secciones de arqueología y Bellas Artes (Museo de Huesca 2019).

La torre de la Zuda es conocida más por sus espacios interiores que por su (magnífica) presencia volumétrica y urbana. En el interior hay dos salas superpuestas en las que la carga histórica asociada han generado gran interés. La planta baja está ocupada por la llamada Sala de la Campana, donde la leyenda dice que tuvo lugar el célebre episodio de la decapitación de los nobles insumisos al rey Ramiro II el

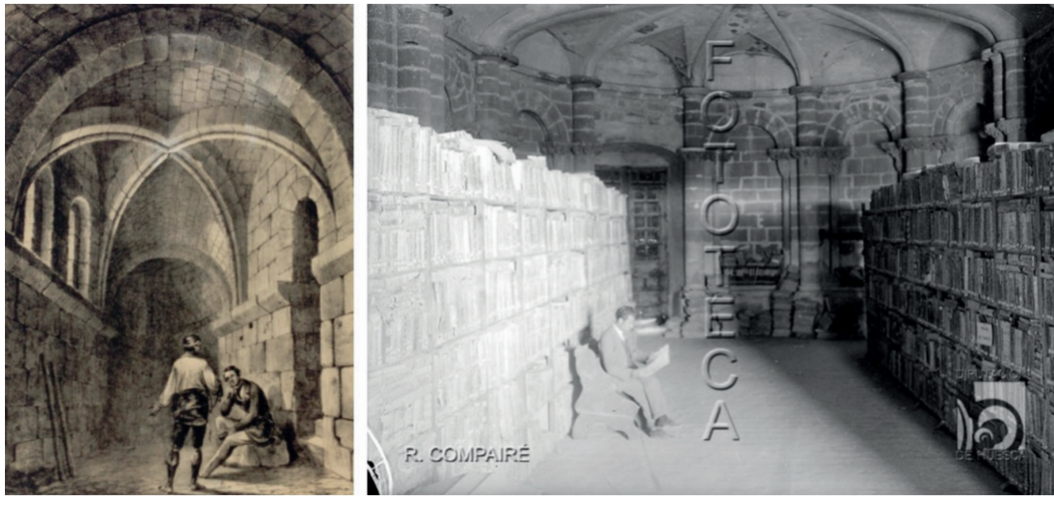


Figura 2. Izquierda: *La Campana del rey Monge*, grabado de Parcerisa (1844). Derecha: fotografía de Ricardo Compairé Escartín de la Sala de Doña Petronila de 1921-1930, cuando aún funcionaba como biblioteca o archivo del Instituto Provincial (ES-FDPH COMPAIRÉ-0615 y ES-FDPH COMPAIRÉ-3725)

Figura 3. *Parte posterior de la Universidad y parte del Quartel alto*, acuarela de Valentín Carderera (Museo Lázaro Galdiano)

Monje en el siglo XII. Esta leyenda, narrada por Cánovas del Castillo (1851) y pintada por Casado del Alisal (1880), despertó el interés de la España del romanticismo a lo largo del siglo XIX, habiendo numerosos grabados e imágenes de la sala. La sala superior lleva el nombre de la hija del rey decapitador: doña Petronila. Y así se ha denominado también a la propia torre. Se trata de una interesante sala románica articulada con pilastras semicirculares, arquillos ciegos y capiteles historiados (Figura 2).

La plaza triangular que se ubica al norte del Museo de Huesca ocupa el solar de un antiguo cuartel militar de Caballería, que recibió las denominaciones de San Juan y de Pedro I. Toma su nombre (el hagiónomo) de la antigua iglesia de San Juan, que fue demolida para su construcción. En la acuarela sin fechar que Valentín Carderera hace de la parte posterior de la universidad, se ve el «Quartel alto» en el que aún no existe la cerca ni el edificio que cerraba la actual calle del General Alsina. En esta representación ya se incluye la regularización de la coronación del arbotante y sus remates decorativos barrocos (algo sobre lo que incidiremos después) (Figura 3).

El cuartel de caballería, existente ya en 1855 y reformado en 1878, se adaptaba a la forma triangular del solar formado entre las calles de la Zuda (en aquella época, Azuda) y General Alsina junto con los edificios del Instituto Provincial. Es importante reseñar que la historia del desarrollo urbano en torno a este cuartel no ha sido objeto de un estudio detallado en las obras clásicas sobre la historia del urbanismo oscense (Naval Mas 1980; Laliena Corbera 1990), laguna que aquí intentamos completar. En los Archivos Militares Generales de Segovia y Madrid hemos localizado varios planos y memorias sobre este cuartel, documentación que ha sido clave para comprender no sólo la fosilización del cuartel en la actual trama urbana, sino, lo más importante, la historia de este arbotante y de las huellas constructivas (y destructivas) aún visibles. En el estribo se marcan improntas de forjados y/o cubiertas cuyos mechinales para albergar las vigas están tapiados. Estas huellas son marcas históricas de su pasado y de las fases históricas por las que ha pasado el elemento arquitectónico. Es a través de este estudio histórico-constructivo como se puede valorar la importancia y valor de estas fases (Figura 4).

En 1894 se planteó la necesidad de alojar tropas de infantería en el cuartel de San Juan, sobre todo cuando el de San Vicente se encontraba en mal estado y se estaba planteando su demolición. El 15 de junio de 1894, el teniente coronel Federico Jimeno y Paco, redacta un *Informe sobre la permuta de los cuarteles de San Juan y San Vicente el Real* en el que se da cuenta del estado de ambos cuarteles, acompañando planos y descripciones de su estado en aquel momento. Este documento inédito, custodiado en el Archivo General Militar de Segovia (AGMS, 3ª/3ª, leg. 529), es esencial para comprender el significado de esas huellas y explicar algunos de los problemas que presentaba este elemento arquitectónico. El informe se

Figura 4. Alineación de mechinales de forjado tapiados en el frente suroriental del estribo. Los superiores se corresponden con una cubierta. Los inferiores con un altillo o falso techo de una habitación auxiliar formado con vigas de rollizos

acompaña de varios planos en los que se puede apreciar que en torno al estribo se adosaban dos construcciones auxiliares: la cuadra y la cocina. En la página 22 del informe se describen así:

> En otras dos pequeñas construcciones adosadas al mismo testero O. existe una cuadra destinada á enfermería y otro pequeño local que actualmente se emplea para cocina, construcciones hechas de tal forma . . . que casi son provisionales.

Las fábricas de estas edificaciones auxiliares no parecían ser de gran calidad constructiva, ya que, si bien el cuartel se levantaba con «tapial de muy buena calidad tan usado en la localidad sobre un zócalo construido de piedra desvastada [sic] de mediana calidad», además de ladrillo y estructuras de madera, «la reducida cuadra adosada a este edificio es de tapial así como todo el muro de cerca, con un pequeño zócalo en escalones de piedra basta y coronado con una albardilla de losas apenas desbastadas». El hecho de que los muros fuesen de tapia de tierra explica que no se hayan marcado improntas de enjarjes del muro contra el estribo, esto es: la tapia se adosaba contra el estribo mientras que las cubiertas se empotraban en él. Este es el motivo por el que las cubiertas han dejado huella y los muros no.

Como se ve en la planta que acompaña al informe, la cocina tenía una «menestra», despensa o habitación en la parte sur, que es lo que parece corresponderse con los mechinales circulares donde apoyaban unos rollizos que formaban una suerte de altillo o un falso techo. Además, en el canto del estribo que mira al norte, se adosaba la chimenea. Por su parte, la cuadra era usada de enfermería, pero conservaba los pesebres adosados al frente occidental del estribo y estaba situada en un nivel más bajo. Bajo el arbotante se ubicaba una rampa que comunicaba ambos niveles. Esta rampa debió estar empedrada a tenor de lo que indica el informe: «los patios no están empedrados sólo lo está el paso desde la puerta de entrada a la del dormitorio y las inmediaciones del Instituto Provincial» (Figura 5).

Pero hay algo más de interés en este informe. Además de la planta, dibujan el alzado del cuartel, donde está reflejado el arbotante y el estribo. Como se aprecia en la figura 5, la parte baja está ocupada por la cocina adosada. Pero lo más interesante es que en la coronación del estribo y arbotante medieval había situados tres remates piramidales de factura clasicista que ya aparecían en la acuarela de Carderera y que estilísticamente se podrían adscribir a la época de construcción de la Universidad Sertoriana.

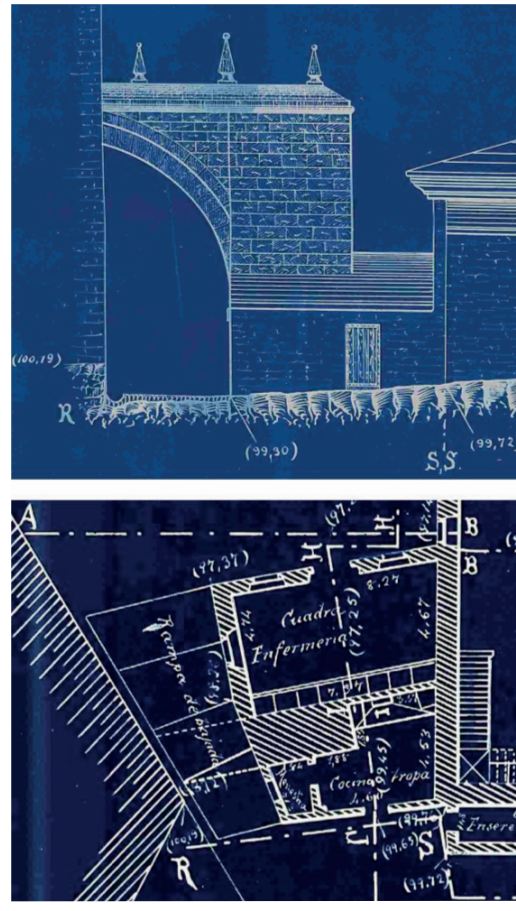


Figura 5. Arriba: detalle del alzado del estribo, las cocina y el edificio del cuartel de San Juan en 1894 (AGMSG, 3ª/3ª, leg. 529, hoja 2 figura 5). Se aprecia que la rampa de bajada al nivel de la cuadra estaba pavimentada con morrillo, tal y como describe la memoria adjunta del informe. Abajo: detalle de la planta del estribo con las construcciones adosadas a él (AGMSG, 3ª/3ª leg. 529, figura 1)

Es evidente que el estribo no es el objeto principal de representación en estos planos, pero consideran que forma parte del conjunto y se aprecia interés por parte del ingeniero en trazarlo con rigor. A diferencia de otros proyectos, en estos planos se puede deposi-

tar confianza de que la representación gráfica esté describiendo la realidad con precisión, ya que el objeto de estos planos y su informe es describir el estado del cuartel con el fin de transformarlo en cuartel de infantería, con las modificaciones que fuesen necesarias para tal cambio de uso. Este rigor en la representación militar da fiabilidad a la acuarela de Carderera.

Tal es así, que gracias a estos planos se consigue explicar un elemento que pasaba desapercibido entre la vegetación que coronaba la estructura antes de la intervención. Se trata de la basa de uno de estos remates piramidales de porte clasicista, probablemente colocados cuando se construye la Universidad Sertoriana a finales del siglo XVII. Estos tres pináculos o remates superiores debieron ser retirados cuando se demuele el cuartel, algo que ocurrió a finales de la década de 1940. En la fotografía de 1979 del Inventario del Patrimonio Arquitectónico de Interés Histórico-Artístico (IPCE) se ve que ya no existía nada más de estos pináculos que lo que parece la basa de uno de ellos (Figura 6).

De hecho, el edificio de la Universidad Sertoriana está coronado por unos elementos decorativos de corte escurialense y eminentemente clasicista,. La interpretación que se puede dar es que, en el momento de la construcción de la universidad, se realizase una regularización de las ruinas de los elementos medievales. Además de la construcción de una bóveda tabicadas con lunetos en la sala de Doña Petronila, que debía estar descubierta en ese momento, se regulariza la coronación de la probable ruina del estribo con una albardilla de piedra rematada con estos pináculos, con el fin de unificar la imagen del conjunto de edificios "barroquizando" la imagen de los, para ellos, rudos edificios medievales.

Más adelante, entre 1894 y 1898 se redactan los informes y proyectos sobre el cuartel, que fue renombrado como Pedro I. Durante la segunda década del siglo XX se procede a adecuar el cuartel, e incluso hay intenciones de ampliarlo, para lo cual se autoriza la compra de la plaza de toros y otros solares (Real Decreto de 10 de agosto de 1920), si bien no se llegan a ejecutar (AGMSG, 3ª/3ª, leg. 530). Lo que sí se ejecutan son diversas obras de adecuación del cuartel para alojar a la infantería. Estas obras debieron realizarse entre 1897 y 1919. En los planos que forman el proyecto, se observa que han desaparecido la cocina y la cuadra adosadas al estribo, quedando éste exento (AGMM, 8159.38). Du-

Figura 6. Arriba: estribo y arbotante del Museo de Huesca en 1979, donde se aprecia que se han eliminado los remates piramidales pero parece permanecer la basa del más cercano a la torre (Archivo IPCE, Inventario del Patrimonio Arquitectónico de Interés Histórico-Artístico, fotografía de Antonio Naval). Centro: fotografía de antes de la intervención tomada desde la cubierta de la torre, donde se aprecia la basa del pináculo. Abajo: fotografía actual de los remates sobre las cumbreras del octógono del Museo de Huesca

Figura 7. Restauración de la sala de doña Petronila en una fotografía datada en octubre de 1969, con el depósito de agua sobre el estribo (Archivo de la Catedral de Huesca). La acometida venía por un tubo que sube por la mitad del paramento oriental del estribo, rompiendo el alero del remate barroco,

rante el año de 1919 hubo otras reformas de habilitación de locales (AGMM, 8159.39).

En 1920 hubo una epidemia de muermo, por lo que se acomete un saneamiento de las cuadras (AGMM, 8159.53). Hay otra obra de calado que afecta a este ámbito. En 1922 se elabora un proyecto de elevación de aguas desde el río Isuela hasta el cuartel de Pedro I (AGMM, 8159.61). Se proyecta un pozo con un motor que llevase agua al cuartel y se almacenase en una cisterna subterránea situada junto al estribo, precisamente donde hoy día se encuentra la entrada del depósito del Museo de Huesca (AGMSG, 3ª/3ª, leg. 530, c. 485).

La Guerra Civil española tuvo en Huesca algunos episodios relevantes. El frente republicano de Aragón —donde estuvo luchando George Orwell— se fue acercando hasta posiciones cercanas como el castillo de Montearagón. Los edificios relevantes de la capital fueron utilizados por las fuerzas franquistas como puntos de observación y de posicionamiento de artillería. Después de la Guerra Civil, este cuartel se convierte en la Prisión Militar de Huesca, que funciona hasta 1944. En los muros del Museo de Huesca aún se conservan algunas incisiones que recuerdan este pasado. En 1943 se aprueba la construcción de la nueva Prisión Provincial, cuyas obras terminan a partir de 1948.[2] En un momento indeterminado, que bien pudo corresponderse con la traída de aguas al cuartel en 1926 o durante su utilización como prisión militar, sobre el estribo se colocó un depósito de aguas (Figura 7). En 1966 se ceden parte de sus terrenos al Patronato de Casas Mlitares (BOE de 17 de octubre de 1966) y se comienza a demoler el cuartel.

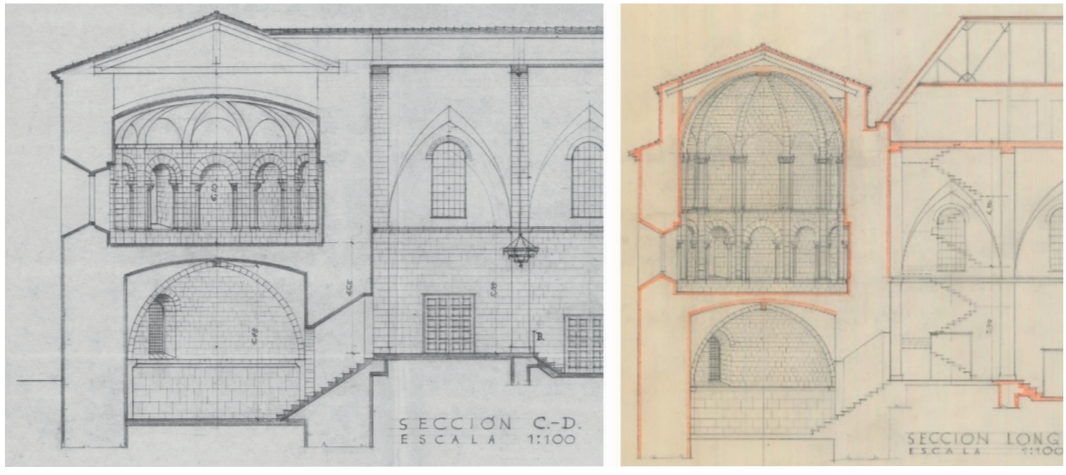


Figura 8. Izquierda: estado primitivo de la torre de la Zuda y de la sala de Doña Petronila, con las bóvedas tabicadas barrocas situadas en un nivel de imposta que impedían conocer la verdadera magnitud de esta sala (planoteca del IPCE, 00011182). Derecha: sección de la zona monumental de la antigua Universidad Sertoriana de Huesca, por Manuel Lorente Junquera, de 1963-1965 (ES-AHPZ P-002990-031). Aquí, la solución para la sala de Doña Petronila es cubrir con una bóveda con una bóveda de piedra

Tanto el edificio del actual Museo de Huesca como el entorno urbano próximo han sido objeto de diversas actuaciones de las que ha resultado su morfología actual. El museo se abre al público en 1967. Desde 1963 se fueron realizando diversos proyectos de adecuación por parte del arquitecto conservador de monumentos de la zona tercera, Manuel Lorente Junquera. El museo se ubicó en el octógono sertoriano. Como indica este arquitecto en la memoria del proyecto (Archivo IPCE, PI 1568/1), «sería absurdo que una vez el Museo terminado, la inmediata "zona monumental" [torre, salón del trono e iglesia] apareciese abandonada y necesitadísima de restauración». Más adelante, especifica que «la "campana de Huesca" por el contrario los precisa [urgentes trabajos] de tal importancia, que no caben en el presente presupuesto. La bóveda de la estancia superior (sala de Doña Petronila), ha sido apeada recientemente, para evitar todo riesgo inmediato». Esta zona será objeto de diversos proyectos entre 1963 y 1982.[3]

En estos primeros proyectos, la preocupación del arquitecto Manuel Lorente era la consolidación de la torre. Cuando comienza las obras en 1968, se demuelen las bóvedas tabicadas barrocas y se encuentra que las pilastras románicas continuaban por encima de estas bóvedas, hallando unos interesantes capiteles (Figura 8). Todo indicaba, como escribe Lorente, que la sala estuvo, en origen, abovedada y la torre tuvo más altura. Así, estos proyectos se debaten entre la reconstrucción de una bóveda de cañón con remates de horno o la ejecución de una cubierta de madera, que fue la solución finalmente adoptada.

Es Andrés Abásolo el arquitecto que en los siguientes años va realizando sucesivos proyectos, ejecutando obras en 1973 y 1974. Sin embargo, en 1982 se vuelve a acometer un nuevo proyecto consistente en la «formación de crestería de la torre a base de merlones de piedra natural», argumentando que «con esta crestería se devuelve el aspecto de la torre a su estado primitivo, como así está». Este proyecto no contiene ningún estudio documental o arqueológico que avale esta aserción, siendo ese supuesto aspecto primitivo una hipótesis medievalizante no contrastada.

Interpretación estructural, estratigráfica y constructiva del arbotante y el estribo

Con todo lo analizado, se pueden interpretar las huellas constructivas (y destructivas) que presenta el estribo y el arbotante del Museo de Huesca. Este apartado tiene el objetivo de explicar la posible razón de ser de la existencia del estribo y del arbotante y por qué sólo hay uno y en esa posición.

Como se ha explicado, se sabe que la sala de Doña Petronila estuvo originalmente abovedada (Figura 9). Por la morfología de la planta y la época de construcción el abovedamiento medieval se debió resolver con una bóveda de cañón en la parte occidental y un remate absidiado con bóveda de horno en la parte oriental. Al trazar el perfil de la hipotética bóveda de cañón de esta sala, la proporción de la misma es de una vez y media de altura respecto de la luz. De esta

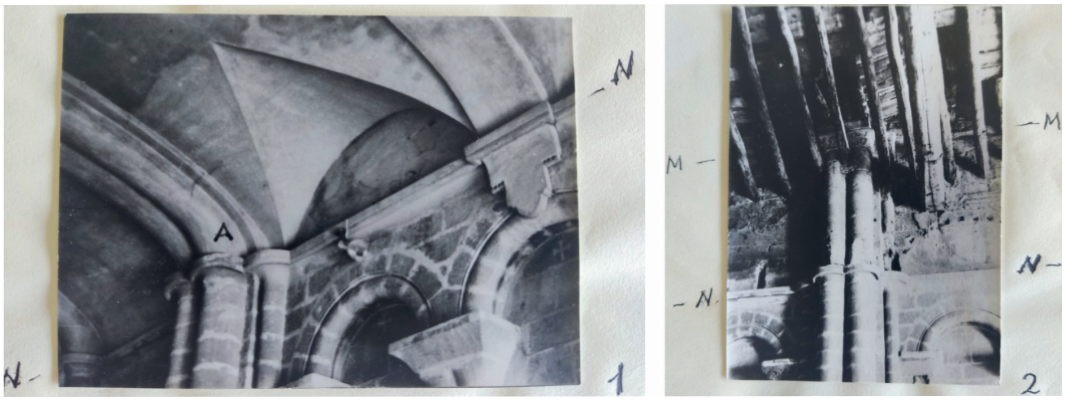


Figura 9. Fotos 1 y 2 del proyecto de 1969/1970 en el que se descubren las bóvedas tabicadas y se aprecia la altura original del arranque de la bóveda románica (línea M-M) (Archivo IPCE, PI 221/7)

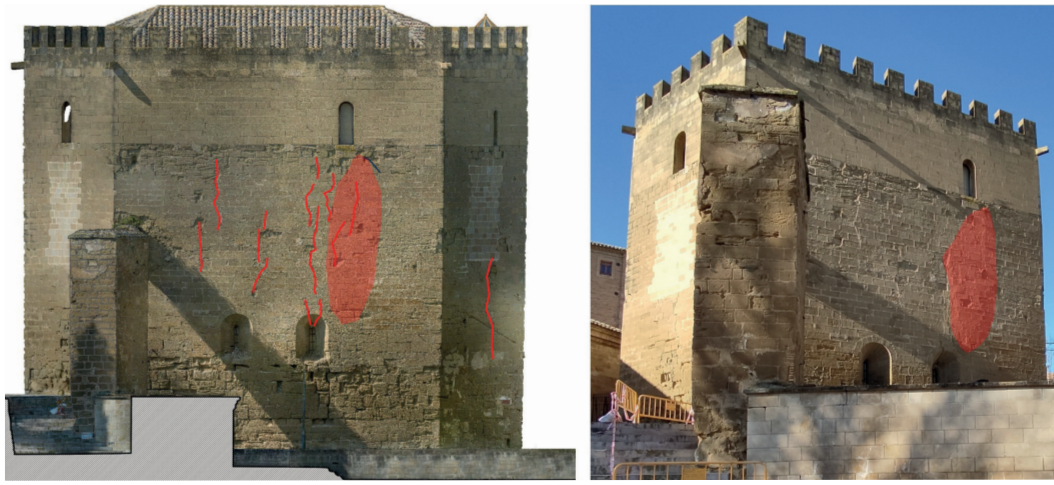


Figura 10. Alzado norte de la torre de la Zuda, donde se han marcado las grietas verticales. La mancha roja indica la zona donde se ha producido una deformación con abultamiento hacia el exterior en la fábrica. Se ha indicado también en la fotografía de la derecha, donde se aprecia bien al caer la luz rasante sobre este paramento

manera, la altura original de la torre sería de unos cinco metros más que la actual.

El arbotante acomete contra la fábrica de la torre, si bien no lo hace en la dirección de ningún arco principal de las bóvedas del interior. Es más: el punto de contacto está por encima de las bóvedas de la sala de la Campana. Por lo tanto, este arbotante no está pensado para contrarrestar los empujes de las bóvedas de esta sala, sino que su construcción tiene otro motivo. Pero, ¿cuál podría ser el motivo?

Si se atiende al mapa de fisuras del muro septentrional, se ve que hay una serie de grietas verticales en la parte baja del muro de la sala de Doña Petronila. Debemos recordar que la parte alta se perdió y las últimas 14 hiladas (420 cm) más las almenas son fábricas modernas de 1982. Además de estas grietas, hay un abultamiento de la fábrica y un desplome generalizado en todo el paramento. Lo que parecen indicar estas grietas es un empuje excesivo de la bóveda de la sala superior debido a la esbeltez del muro, precisando por tanto un sistema de contrarresto de cargas para que no se llegara a producir un colapso (Figura 10).

Para poder comprobar la hipótesis planteada anteriormente sobre los problemas de estabilidad de dicha bóveda, se ha hecho un breve y preliminar estudio de estabilidad. Es importante tener en cuenta que sobre los métodos y teorías de cálculo de las estructuras medievales no hay referencias coetáneas escritas. Sólo a partir del desarrollo de la imprenta y con la proliferación de los tratados de arquitectura y construcción se llegaron a publicar algunas, de indudable tradición gótica (Huerta Fernández 2004, 141). Según Huerta (2004), había dos métodos medievales de diseño y comprobación de espesores de muros, estribos y contrarrestos de bóvedas consistentes en reglas geométricas:

- La primera, que fue publicada en el tratado de cantería de Derand de 1643, dice que si se divide la longitud del arco en tres tercios y se prolonga la línea entre uno de estos tercios y el arranque de la bóveda y se lleva la cuerda de este arco, ahí marcará el espesor del muro o estribo necesario para el contrarresto. Esta regla realmente es aplicable en arcos de crucería góticos, no siendo muy útil para arcos ni bóvedas de medio punto, como es el caso.
- La segunda regla es la que da el manuscrito de Hernán Ruiz el Joven (c.1560) y consiste en dividir el trasdós del semiarco en dos partes, trazar una tangente desde ese punto y, donde corte con la horizontal trazada desde los arranques se definirá el espesor del estribo (Huerta Fernández 2004, 149).

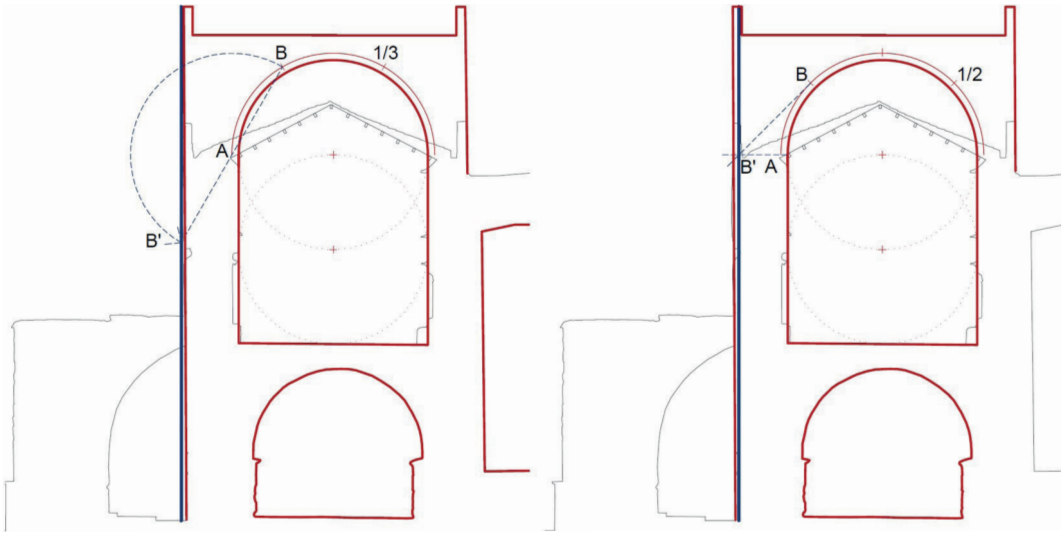


Figura 11. Sección hipotética (en rojo) de la bóveda original de la sala de Doña Petronila sobre la sección actual (en negro). A la izquierda se ha aplicado la regla geométrica número uno conocida por el tratado de Derand, mientras que a la derecha se ha aplicado la segunda, de Hernán Ruiz el Joven

La luz de esta sala es de 843 cm (unas once varas aragonesas de 77 cm), mientras que el espesor del muro es de 248 cm; esto supone que los muros de contrarresto tienen una proporción de algo menos de 1/3; exactamente, una relación de 0,29. Si se llevan ambas reglas al caso que nos ocupa, se puede ver que ambas se aproximan bastante al espesor real del muro. En cualquier caso, como se puede apreciar en la figura 11, el muro tiene un ligero desplome hacia el exterior. Este desplome, además, es indicativo de haber sido afectado por el empuje de una bóveda.

Por tanto, si no se tuviese en cuenta este desplome, se puede considerar que el espesor real es sensiblemente coincidente con el teórico resultante de la aplicación de estas reglas geométricas. Sin embargo, aunque el espesor del muro parece ser suficiente para la geometría de la bóveda, es importante tener en cuenta una última consideración. Estas reglas geométricas marcan el espesor del estribo en función de la luz y la forma de la bóveda, pero no determinan, en ningún momento, la altura del muro o del estribo. Esto da un mayor sentido a la hipótesis explicada más adelante en el que se plantea la existencia de un sistema doble de contrarresto que acorte la altura del elemento a estabilizar.

A la luz de esta interpretación anterior, es probable que antes de que se produjese el colapso, durante la construcción o en una etapa temprana (dado que, estilísticamente, el arbotante parece plenamente medieval) se levantase un sistema de contrarresto en la esquina nororiental de la torre (Figura 12).

Debido a lo voluminoso del estribo (427 cm de espesor para una luz del arbotante de 341 cm) y a la altura a la que arremete contra el muro (no coincidente con la altura de las bóvedas del nivel inferior), seguramente el contrarresto consistiese en un grueso estribo con dos niveles de arbotantes: uno superior, que recogería los empujes de las bóvedas de horno y de cañón, y otro inferior de apeo de los esbeltos estribo y muro.

Al analizar el aparejo de los paramentos del estribo, se advierte de algunas disonancias y encuentros en los que no se mantienen las hiladas (A en la figura 12 y fotografía de la figura 13a). El trazado de estos encuentros de fábricas dibuja una línea inclinada hacia el exterior, línea que es típica de las roturas y colapsos de estribos, torres y elementos verticales.

Con esto podemos interpretar que el estribo original era más alto y en algún momento indeterminado colapsó junto con la bóveda de la sala de Doña Pe-

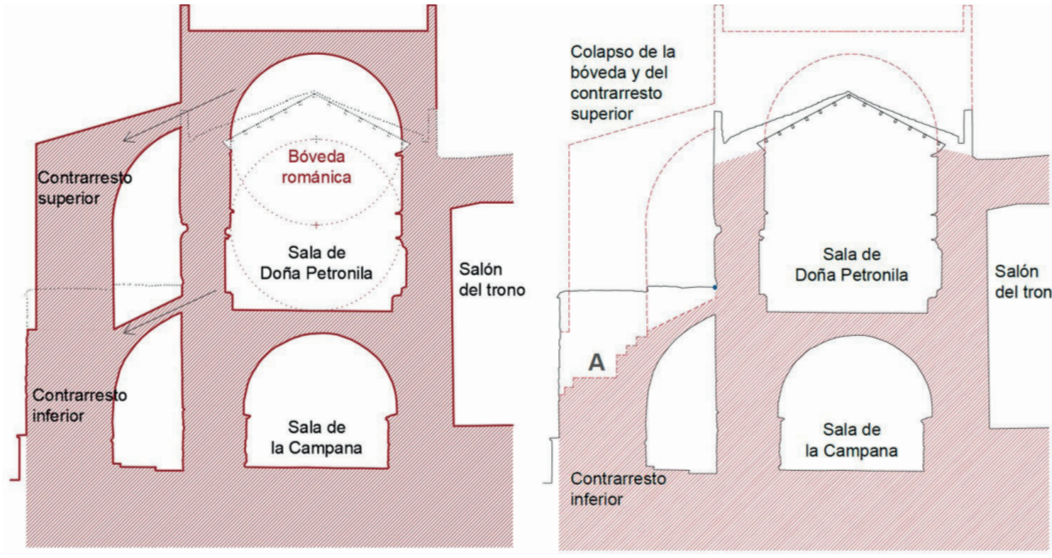


Figura 12. Izquierda: posible sistema de contrarresto de dos niveles. Derecha: línea de rotura del contrarresto inferior (A) que parece ser el resultado del colapso de la bóveda y su estribo superior

tronila. Además, corrobora que este sistema de contrarresto se hubiese diseñado para apear algún movimiento previo que pudo haber tenido la torre, de manera que el arbotante conservado en la actualidad fuera un apoyo intermedio y, más arriba, hubiera otro que recogería los empujes de la desaparecida bóveda.

Se ha visto que, en el siglo XVII, cuando se construye la Universidad Sertoriana, se regulariza y remata este elemento con gusto clasicista. La estratigrafía nos indica que el arbotante medieval tenía el trasdós inclinado (Figura 13b). El empleo de una piedra idéntica a la original dificulta la lectura, pero los desacuerdos en el aparejo son claros en este aspecto. Las improntas de la bóveda colapsada de la sala de Doña Petronila fueron, por lo tanto, cubiertas en el siglo XVII por una bóveda tabicada (quedando ocultas hasta el siglo XX), dentro de las obras de adecuación que se realizaron en el Palacio de los Reyes de Aragón tras demoler parte de este para construir el edificio octogonal de la Universidad Sertoriana. Se-

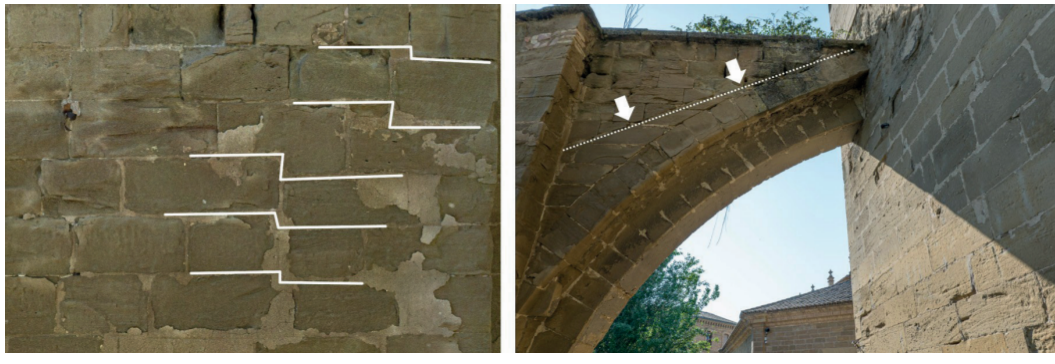


Figura 13. Izquierda: desacuerdos en el aparejo del estribo. Derecha: línea estratigráfica que marca la forma inclinada original del arbotante medieval

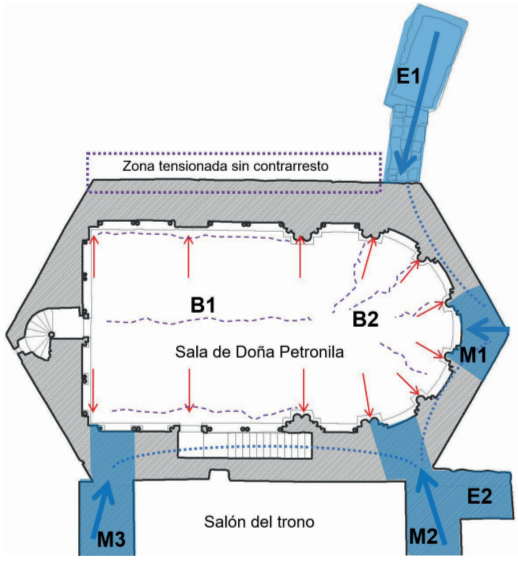


Figura 14. Interpretación del funcionamiento estructural y de la estabilidad de las bóvedas de la sala de Doña Petronila y sus sistemas de contrarresto. Las flechas rojas indican los empujes de las bóvedas de cañón (B1) y de horno (B2) sobre los muros perimetrales. Las manchas y flechas azules indican los machones o partes de la fábrica que están contrarrestando estos empujes. A trazos azules se han trazado los hipotéticos arcos de descarga entre estos machones. Finalmente, queda una zona tensionada, recuadrada en morado, que carece de contrarresto. Se ha dibujado, con líneas moradas a trazos, un posible y típico mapa de grietas en las bóvedas

guramente fuera en ese momento cuando también se consolidó el estribo colapsado mediante un remate horizontal coronado con elementos piramidales clasicistas acordes a los del resto del conjunto.

Ahora bien, ¿por qué sólo hay un estribo y en esa posición? El único estribo se sitúa en la esquina nororiental del hexágono de la torre. En la figura 14 se ha realizado una interpretación preliminar (se debe realizar un estudio de estabilidad completo de la torre) del funcionamiento mecánico de las bóvedas originales de la sala de Doña Petronila y sus sistemas de contrarresto.

A la luz del mapa de grietas del paramento norte y del resto de la torre, se puede interpretar que las primitivas bóvedas románicas (B1 y B2) produjeron unos empujes excesivos para los esbeltos muros, pudiendo llegar a deformarse y causar alarma. El frente meridional de la torre está bien contrarrestado por el cuerpo del salón del trono, por lo que esos empujes pueden ser asumidos por los muros transversales y el estribo oriental (M2-E2 y M3), formándose arcos de descarga en el muro sur de la torre. Sin embargo, la torre está exenta hacia el norte. La esquina del contrarresto era la que recibía, además, parte de los empujes de la bóveda de horno que cubría el frente absidiado de la sala de Doña Petronila (B1). Un ligero movimiento o asiento del terreno pudo provocar el movimiento de las bóvedas y el traslado de sus empujes hacia los muros, que se agrietaron. Las grietas típicas de una bóveda de horno son en dirección de los meridianos, a modo de gajos. Como en el frente sur hay suficiente contrarresto con los edificios del palacio, los empujes no encuentran problema en redirigirse. La "proa" oriental del héxágono (M1) podría funcionar como un tercer machón o estribo inserto en la fábrica de la torre. En cambio, en este frente se produjo una zona tensionada, que debió dar algún problema mayor en la esquina nororiental, por lo que se decidió colocar un sistema de contrarresto (E1). Debido a la esbeltez de los muros, la esquina septentrional se reforzó con un sistema de contrarresto con dos arbotantes superpuestos: el superior recogía el empuje de la bóveda mientras que el inferior apeaba el muro que se encontraba agrietado. Con el posterior colapso de la bóveda, se produjo el colapso de la parte superior del estribo y del arbotante superior, siendo regularizado y reparado en época barroca tal y como se ha contado anteriormente y la estratigrafía arquitectónica nos demuestra.

En estas líneas se ha dado una interpretación del sistema de contrarresto de la torre del que hoy sólo permanece la parte inferior. Sólo un estudio completo y minucioso de la estabilidad global de la torre en todos sus estados históricos de abovedamiento podrá determinar el grado de certeza en estas consideraciones aquí formuladas. Pero, más allá de explicar los procesos históricos que fueron modificando los elementos arquitectónicos, este necesario análisis de estabilidad deberá determinar el riesgo de las grietas verticales y deformaciones que sufre el muro septentrional de la torre, así como proponer soluciones de estabilización, en caso de ser precisas, así como de consolidación, que sí las necesita.

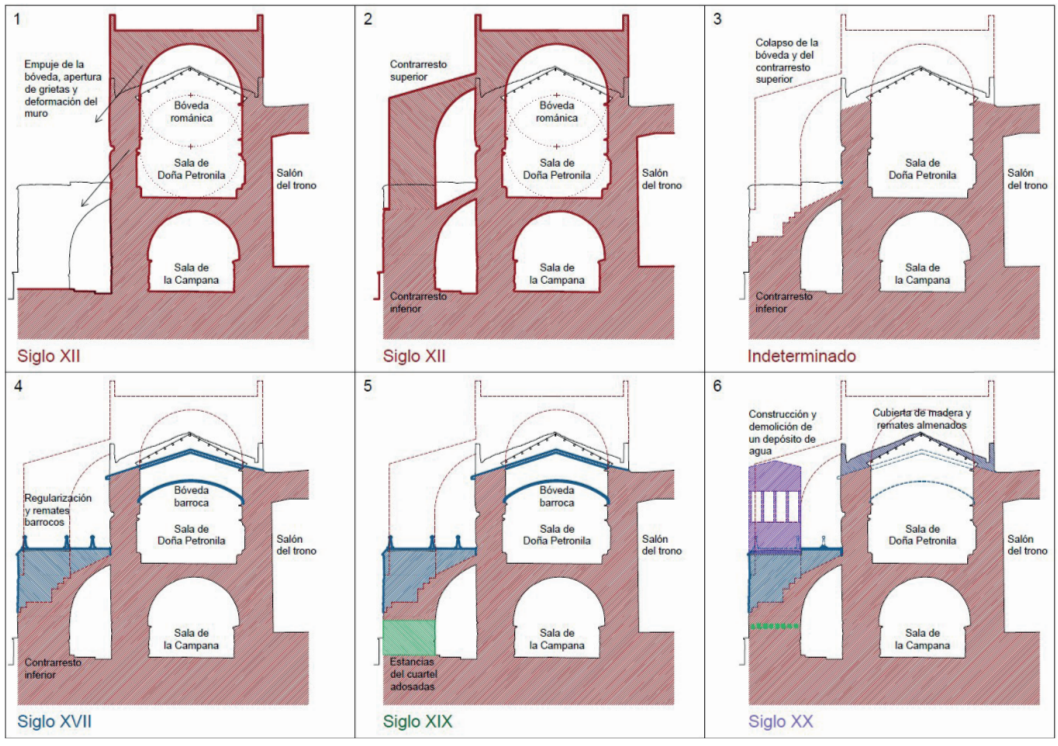


Figura 15. Secuencia hipotética de las fases históricas de la torre de la Zuda y su estribo y arbotante. La sección actual se ha dibujado en línea negra fina. Sobre ella se ha trazado la hipotética forma de la torre original (en rallado rojo). Las reformas barrocas se han marcado con un rallado y línea azules, mientras que el adosamiento del siglo XIX está en verde. El añadido del siglo XX se ha rallado en morado mientras que la reforma de la cubierta y almenado actuales están señalados con una trama en azul oscuro

Conclusiones

Con la documentación histórica encontrada y la interpretación estratigráfica y constructiva del monumento, se puede trazar una hipotética secuencia constructiva de la torre y su sistema de contrarresto, que se resume gráficamente en la figura 15.

1. En el siglo XII, se construyó la sala de Doña Petronila que, tal y como se pudo comprobar durante las obras de 1968, estaba abovedada. El abovedamiento debió resolverse con una bóveda de cañón con remate absidal de horno, apoyada sobre unos esbeltos muros de piedra que serían unos cinco metros más altos que los actuales.
2. En el muro septentrional de la torre de la Zuda todavía se puede leer un conjunto de grietas y abombamiento que podría corresponder con un empuje excesivo de la bóveda de la sala superior debido a dicha esbeltez del muro. Esta podría ser la razón de que poco después de la construcción de la sala de Doña Petronila, esta se apeara con un sistema de contrarresto exterior que, teniendo en cuenta el tamaño y altura del estribo conservado, debería estar formado por dos niveles de arbotantes y un alto estribo.
3. En un momento indeterminado, se produce el colapso de la bóveda y de la parte alta del estribo y arbotante, haciendo desaparecer dichos elementos.
4. En época barroca, la sala de Doña Petronila se cubre con una bóveda tabicada de lunetos y el estribo se regulariza y remata con tres elementos decorativos piramidales.

5. En el siglo XIX se adosan algunas estancias del cuartel de San Juan.
6. Estas estancias del cuartel son demolidas a mediados del siglo XX. En un momento indeterminado a partir de 1926 se superpone un depósito de agua sobre el estribo, desmontando el remate barroco con sus remates piramidales y rompiendo el alero para el paso de la acometida de agua. Finalmente, entre 1968 y 1982, se demuele la bóveda barroca, se construye la cubierta de madera, se sobreelevan las fachadas para rematar con almenas buscando una imagen neomedieval. También se demuele el depósito, permaneciendo la losa de hormigón.

Con todo, mediante herramientas propias de la historia de la construcción se ha podido interpretar, a través de un elemento singular, pero a la vez aislado y olvidado —el estribo con arbotante del Museo de Huesca, la historia del propio edificio, con su posible forma original, el colapso acaecido, su reconstrucción en época barroca y los aditamentos y reformas durante los siglos XIX y XX.

Notas

1. Obra encargada por la Subdirección General de Obras de la Gerencia de Infraestructuras y Equipamientos de Cultura O.A. (Secretaría General de Cultura y Deporte, Ministerio de Cultura y Deporte), siendo los redactores del proyecto y dirección facultativa de la obra los autores de esta comunicación, así como el contratista fue Obras y Restauraciones Sagarra SLU. Se debe citar también, por su buen criterio, buen hacer y sensibilidad al maestro cantero Fernando Elboj Cazcarra.
2. Decreto por el que se aprueban las obras de construcción de la nueva Prisión provincial de Huesca, que serán ejecutarlas por el sistema de administración, Boletín Oficial del Estado núm. 161, de 10/06/1943, páginas 5.598 a 5.599; Decreto de 29 de octubre de 1948 por el que se aprueba el proyecto y presupuesto de obras de terminación de la nueva Prisión provincial de Huesca, por el sistema de subasta pública, Boletín Oficial del Estado núm. 324, de 19/11/1948, páginas 5.258 a 5.259
3. Se ha realizado una búsqueda por diferentes archivos en los que se custodian hasta 30 proyectos sobre estos edificios entre 1941 y 1995 (Archivo del Instituto del Patrimonio Cultural de España, Archivo General de la Administración, Archivo Histórico Provincial de Zaragoza, Archivo Histórico Provincial de Huesca, Archivo de la Administración de la Comunidad Autónoma de Aragón). Algo que se debe destacar del análisis de toda esta documentación es que en ninguno de los proyectos que afectan a la torre de la Zuda (o Campana de Huesca, o torre de Doña Petronila, como también se la denomina), en ninguno, repetimos, se dibuja o se referencia el estribo y el arbotante.

Lista de referencias

Álvarez Almazán, Aixa, María José Arbués Gracia, Ana Armillas Molinos, y Laura Asín Martínez. 2017. Un museo de ayer con presente y futuro: el Museo de Huesca. *Boletín del Museo Arqueológico Nacional* 35 (2): 497–512.

Ascaso Sarasa, Juan Carlos. 2004. *Guía de Museos de Aragón*. Zaragoza: Prensa Diaria Altoaragonesa.

Baldellou, Vicente. 2003. El museo de Huesca, una historia a través de los siglos. *Aragón Turístico y Monumental* 355: 21–24.

—. 2004. Museo de Huesca contenido y continente. *La Magia de Aragón* 13: 66–72.

Briz Isiegas, Gemma, Virginia San Vicente Imizcoz, y Susana García Rubio. 2001. Museo de Huesca. *Boletín del Museo de Zaragoza* 15: 29–40.

Cuchí Oterino, José Antonio, y María Pilar Lapuente Mercadal. 2016. Canteras antiguas de arenisca del entorno de la ciudad de Huesca. *Lucas Mallada: revista de ciencias* 18: 85–128.

Espinalt y García, Bernardo. 1779. *Atlante español, ó Descripcion general geográfica, cronológica, è histórica de España, por reynos y provincias*. Madrid: Imprenta de Pantaleón Aznar.

Herrero García, Estefanía e Ignacio Javier Gil Crespo. 2023. *Proyecto básico y de ejecución de las obras de consolidación y restauración del arco arbotante y estribo exterior del Museo de Huesca*. Madrid: Subdirección General de Obras de la Gerencia de Infraestructuras y Equipamientos de Cultura O.A. (Secretaría General de Cultura y Deporte, Ministerio de Cultura y Deporte

Huerta Fernández, Santiago. 2004. *Arcos, bóvedas y cúpulas*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Instituto Geográfico Nacional. 2019. *España en mapas. Una síntesis geográfica*. Madrid: Centro Nacional de Información Geográfica.

Laborda Yneva, José. 1997. *Huesca. Guía de arquitectura*. Zaragoza: Caja de Ahorros de la Inmaculada de Aragón (CAI).

Laliena Corbera, Carlos, ed. 1990. *Huesca. Historia de una ciudad*. Huesca: Ayuntamiento de Huesca.

Lanzarote Guiral, José María, y Itziar Arana Cobos. 2013. *Viaje artístico por Aragón de Valentín Carderera*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico, Fundación Lázaro Galdiano.

Lapuente Mercadal, María Pilar, José Antonio Cuchí Oterino, y Luis Francisco Auqué Sanz. 2017. Diagnosis del estado de deterioro de la piedra de la catedral de Huesca. En *Actas del segundo congreso de arqueología y patrimonio aragonés*, 621-31. Zaragoza: Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias de Aragón, Universidad de Zaragoza.

Lara Izquierdo, Pablo. 1984. *Sistema aragonés de pesos y medidas*. Colección básica aragonesa 45. Zaragoza: Guara Editorial.

Museo de Huesca. 2019. *Guía del Museo de Huesca*. Huesca: Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón.

Naval Mas, Antonio. 2017. *Huesca, ciudad fortificada: estudio histórico arqueológico de las murallas de la ciudad*. Zaragoza: Mira Editores.

Painaud Guillaume, Albert, y Pedro Ayuso. 1986. Museo Arqueológico de Huesca. *Revista de arqueología* 7 (62): 50–57.

Rincón García, Wifredo, ed. 1995. *Museos de Aragón*. León: Everest.

Utrilla Utrilla, Juan F. 1977. La Zuda de Huesca y el monasterio de Montearagón. En *Homenaje José María Lacarra de Miguel*, 285–306. Valencia: Anubar.

Estudio del Paisaje: la Ermita de San Sebastián y Cehegín

Juan Manuel Gómez Capilla
Josefina García-León
Manuel A. Ródenas López

A escasa distancia del centro histórico de Cehegín en una loma contorneada por el río Argos, en la inmediación de un antiguo cruce de caminos se erigen los hoy conocidos restos visitables de la antigua ermita de San Sebastián.

Tras la puesta en valor de los restos y su entorno en las intervenciones arqueológicas y consolidación del año 2010, las estructuras muestran al visitante en sus fábricas abiertas sus secretos constructivos. La ermita de planta basilical de una sola nave, pero variable con los siglos, muestra gran ingenio constructivo, destacando el uso de material local y moldes para elementos estructurales en tapia y yeso; fenómeno constructivo identificado en Cehegín durante los siglos XV-XVI.

Su construcción y selección de ubicación no es aleatoria, ya que es un edificio con una gran carga contextual más allá del acto litúrgico, en términos de la apropiación y cristianización del terreno. Gobernando desde la loma, es un símbolo cristianizante del territorio de obligado paso para el acceso a la villa; acorde al siglo tanto de su fundación XV como de su máximo desarrollo XVI, siglo de mayor construcción de iglesia en la península, cosa que en parte explicará su renovación material y de uso durante los siglos XVII-XIX quedando prueba de ello tanto en su evolución constructiva como en la utilización del espacio.

Objetivos y metodología

El objetivo de este artículo es mostrar los ingeniosos y ajustados métodos constructivos de los artesanos cehegineros, gracias al dominio de técnicas exógenas junto a su conocimiento de los materiales locales, realizando un estudio histórico, arquitectónico de la ermita y sus patologías; para ello se han realizado trabajos multidisciplinares, para abordar de una forma abierta la trascendencia de la ermita. Se ha realizado una documentación histórica de fuentes primarias en archivo como artículos científicos de investigación contemporáneos. Se ha realizado una toma de datos tridimensional mediante láser escáner y dron para la obtención de una nube de puntos de alta precisión que ha permitido la creación de material técnico para el estudio, así como un modelo digital.

La ermita de San Sebastián de Cehegín, comentario histórico-arquitectónico

La ermita de San Sebastián fue construida en la postrimería del siglo XV, en un contexto de cambios; tras siglos de guerra se consolida como fenómeno en las villas colindantes la denominada sociedad de frontera, territorio militarizado, con poco uso de la tierra, por el peligro de las razias. Con la homogeneización bajo territorio cristiano de la Península Ibérica

Juan Manuel Gómez Capilla; Josefina García-León; Manuel A. Ródenas López – Universidad Politécnica de Cartagena

Figura 1. Vista de dron de los restos de la ermita y del casco antiguo de la villa de Cehegín y a su fondo el casco histórico de Cehegín (Imagen de los autores 2025)

a la caída del reino tras la caída del reino Nazarí de Granada en 1492, desmovilizando esa frontera política humana, dejando atrás el estilo de vida fronterizo y evolucionando la villa hacía un mayor progreso (Torrecilla Hernández 2021) Lo que hizo que las poblaciones cristianas pudieran tomar el territorio ya homogeneizado bajo dominio cristiano, las construcciones de ermitas son comunes en este periodo para cristianizar el territorio; así las iglesias irán sucediendo el terreno a los castillos (Fig.1).

Los restos de la ermita de San Sebastián son caracterizados por los siguientes atributos: nave única, testero plano, arcos fajones, muros de tapia y arcos de yeso. Rasgos comunes en el denominado estilo de *reconquista*, un estilo de gran similitud al románico con fábrica gótica «lógico, bello y barato» (Ortiz de Tarango 1970) lo que en contexto se ajusta a la realidad del territorio de frontera pues son estilos encontrado en territorios recién nacidos afirma el autor, siendo fácilmente localizados en Murcia y Alicante.

La ermita posee rasgos de fábrica «típicamente góticas» (Marín Sánchez 1998-1999) gracias a la identificación de materiales, en el cual se encontraron ornamentos góticos reutilizadas como material y el análisis de templos de gran similitud en los territorios de la Orden de Santiago, siendo el más cercano la ermita de San Sebastián del vecino municipio de Caravaca.

El término frontera, no solo como separación si no como simbiosis será el que marque el carácter de la ermita durante el siglo XV-XVI, caracterizada como ermita de estilos de reconquista típicos de Aragón dotada de una estatua de san Sebastián de autoría desconocida e influencia castellana, de esquemas góticos y toques renacentistas.

La ermita de San Sebastián fue concebida como una ermita de reconquista que, debido en parte a la baja calidad de los materiales y falta de presupuesto, ha sufrido numerosas intervenciones a lo largo de su historia, tanto en forma como estilísticas, que han desvirtuado su visión primigenia de templo.

Hipótesis de la evolución del templo y fases documentadas

El análisis de conjunto de fuentes materiales y documentales han permitido el planteamiento de su desa-

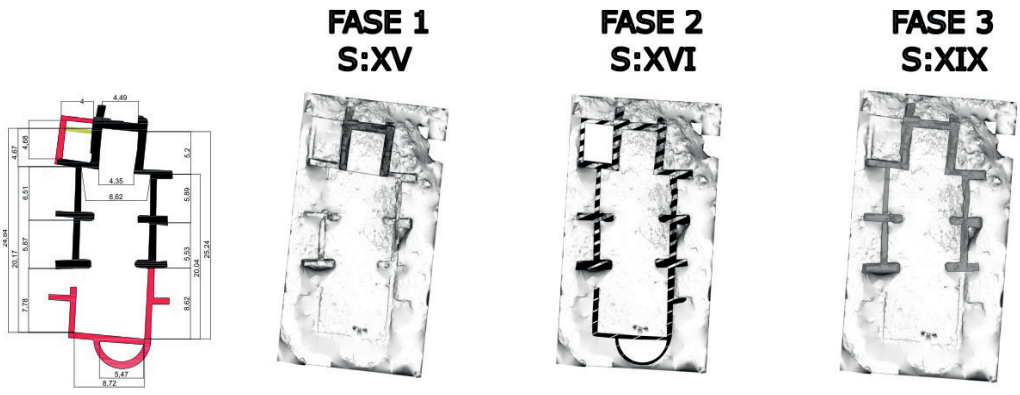


Figura 2. Planimetría acotada de los restos de la ermita de San Sebastián mediante vectorización de nube de puntos, e hipótesis de las fases constructivas de la ermita de San Sebastián de Cehegín de los siglos: XV-XIX

rrollo desde el siglo XV-XIX. Gracias a la lectura de los libros de las visitaciones de la Orden de Santiago se han podido analizar descripciones formales de la ermita de San Sebastián, a finales del siglo XV y a lo largo del XVI; lo que en conjunto a la materialidad de paramentos y elementos ornamentales pervivientes a día de hoy, hace que sea posible identificar un mínimo de 3 etapas en la evolución de la ermita de San Sebastián.

La Fase 1 es descrita en la visitación del año 1495 (AHN 1495) (Fig. 2) los visitadores afirman que *non tenia fecho mas de un cuerpo de una capilla de cantería e yeso.* Es de destacar la anterior frase, que indica la existencia mínima de la cabecera de la ermita y deja claro que es un proyecto sin terminar. Visitación del año 1507: *Es una casa grande fecha de una nave; esta la mayor parte de lo alto descubierto; esta la madera para la labrar y cobrir* Se debe destacar el avance del proyecto de la ermita y su aparente retraso, ya que además el visitador pregunta a los delegados por la inversión de las limosnas; pues al depender la ermita del cabildo era la única subvención que poseía.

La Fase 2 es descrita en la visitación del año 1536 (AHN 1536) (Fig. 2): *una nave sobre unos arcos de yeso, tiene las paredes de tapias cubiertas tres arcadas de madera de pino e dos de boveda de yeso, tiene un altar con ses manteles de frontal.* Se observa la etapa de máxima extensión de la ermita, pareciendo que el proyecto hubiera concluido. En el año 1607 en las actas capitulares del concejo se confirma el mal estado de conservación de la ermita y la necesidad de ser reconstruida de la forma menos costosa pudiendo ser este momento en el que se produjese la reducción de la planta o se incorporase parte del zócalo de mampostería que se distribuye irregularmente por los paramentos de tapia de tierra simple.

La Fase 3 es marcada en 1812, (Fig. 2) *año del comienzo de su degradación, la planta corresponde a los restos* (Fig. 3) legado a la actualidad y el testimonio fotográfico recogido en el archivo municipal del último tramo del siglo XIX confirma la extensión de tramadas apreciando los restos de la ermita (Fig. 4).

Figura 3. Figura 3. Vista frontal Ermita de San Sebastián, en excavación arqueológica 2010 (Francisco Peñalver 2010)

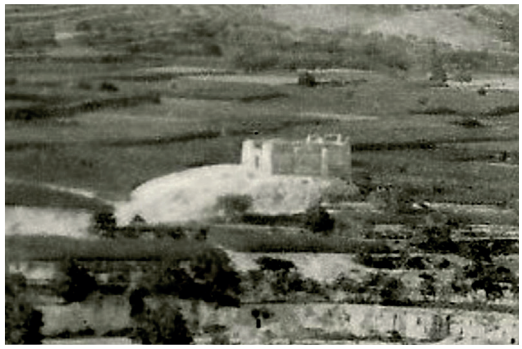


Figura 4. Ermita de San Sebastián en su paisaje, finales del siglo XIX (Archivo Municipal Cehegín)

La última intervención de mantenimiento de la ermita se dio en 1778, documentada en el libreo de actas del concejo, se contrató a un maestro de obra hombres, una carga de yeso, ciento veintiséis tejas, cuartones de madera y caña; materiales presumiblemente necesitados para sanear enfoscados y arreglar la cubierta.

Identificación de Materiales y técnicas

Los materiales y técnicas identificadas en los restos de la ermita de San Sebastián, corriente constructiva local que permitió levantar, templos y edificaciones civiles en los siglos XV-XVI, tanto en Cehegín como en su vecina villa de Caravaca (Gómez Capilla 2025).

La ubicación inmediata de la ermita con el río hace pensar que su propia agua fue utilizada para la confección de las fábricas de tapia de la propia tierra que lo rodea así como el aprovechamiento las calizas locales extraídas de la roturación del campo (Marín Sánchez y Collado Espejo 2005, vol 2) o todo ornamento y estructura en yeso obtenido de los yacimientos autóctonos, por lo que las fábricas identificadas en la ermita se caracterizan por ser una «arquitectura ligada a los materiales y técnicas tradicionales y al territorio» (Proyecto COREMANS 2017). Lo que representa un claro ejemplo de la transformación del paisaje en obra humana.

La Tapia, distribución y tipologías estratégica

Los paramentos pervivientes de la ermita de San Sebastián han permitido realizar una identificación clara de fábricas, debido a la pérdida de su enlucido se aprecian lienzos y refuerzos estructurales con gran claridad.

Los restos de la ermita de San Sebastián de Cehegín presentan dos tipos diferenciados de tapia, acorde a las necesidades constructivas, así como al presupuesto necesario para su mantenimiento; desarrollando tapia de mampostería para los contrafuertes (Fig. 5) y tapia de tierra simple para los paños (Fig. 6). Es posible encontrar otra serie de elementos que confieren diferentes capacidades aislantes o como refuerzo de puntos críticos; siendo el caso en primer lugar de un zócalo de mampuesto para paliar la humedad por capilaridad, este zócalo es de distribución irregular situado en la base de los muros de tapia simple, su irregularidad hace pensar que se hizo como medida compensatoria y no forma parte del mismo momento constructivo del paramento, por otro lado es posible apreciar el uso de sillería en los refuerzos de las esquinas de la cabecera, tal y se refleja en el libro de visitaciones de la orden de Santiago en la visitación de 1495 a la Villa de Cehegín.

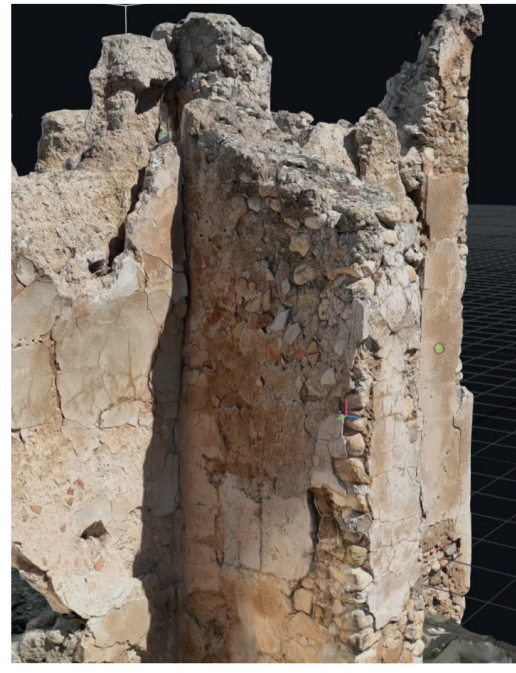


Figura 5. Modelo 3D, identificación de material, tapia de mampostería en los contrafuertes de la ermita (elaboración propia 2025)

Figura 6. Modelo 3D, identificación de material, tapia de tierra simple en los paramentos de la ermita (elaboración propia 2025)

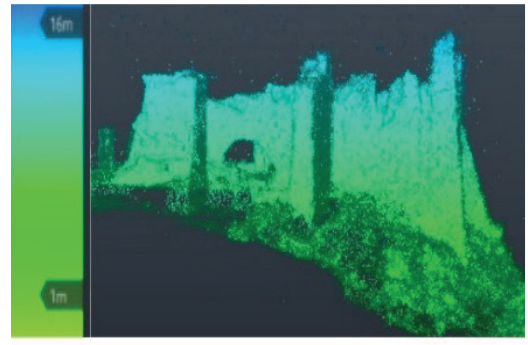


Figura 7. Alturas máximas muros documentadas en la nube de puntos (elaboración propia 2025)

Característico de las fábricas de tapia son los registros de mechinales dejados por las agujas del tapial, visibles en todo el desarrollo de los paramentos de tapia simple, contando con 4 alturas. La tapia de tierra no es igual en composición en todo el recorrido del muro, pudiendo encontrar en la cabecera pocos áridos y de baja granulometría, siendo principalmente formada por tierra; mientras en los paramentos conservados en el lado de la epístola, se aprecia una mayor cantidad de árido visible, ese leve cambio de materialidad, puede ser otro claro indicador de temporalidad constructiva.

Los muros tienen compensaciones y se encuentran sobredimensionados sobre todo en la cabecera, donde se conservan los paramentos de mayor altitud (Fig. 7), llegándose a contar con un espesor de 1,28m en el cierre del testero del evangelio y 0,97m documentados en el muro de cierre de la epístola, debido a que el testero se encuentra dotado de numerosos refuerzos de mampostería encofrada y enlucidos que hacen aumentar su grosor; ya que este se precipita al cantil de la loma. Encontrándose en proceso de descalzado dichos apoyos en la actualidad.

El yeso aplicación tradicional y su uso como material polivalente, el caso de las dovelas prefabricadas

El yeso va a tener una función polivalente dentro de la ermita de san Sebastián utilizado como aislante, para ornamento, así como elemento de carga. El uso más tradicional del yeso es su aplicación en enlucido, que permite aislar y proteger las fábricas de tapia, encontrando dos métodos de aplicación según al tipo de fábrica de tapia al que se aplique (Fig. 8).

La tapia simple de los muros conservados en el presbiterio y los muros de la epístola el revestimiento de yeso es acompañado de pequeñas piedras para mejorar su adherencia al muro.

La tapia de mampostería de pilares y contrafuertes, al poseer una superficie de mayor rugosidad e irregularidad genera los suficientes apoyos para que el yeso se adhiera correctamente.

Figura 8. Modelo 3D, Identificación de dos sistemas de aplicación de yeso distintos (elaboración propia 2025)

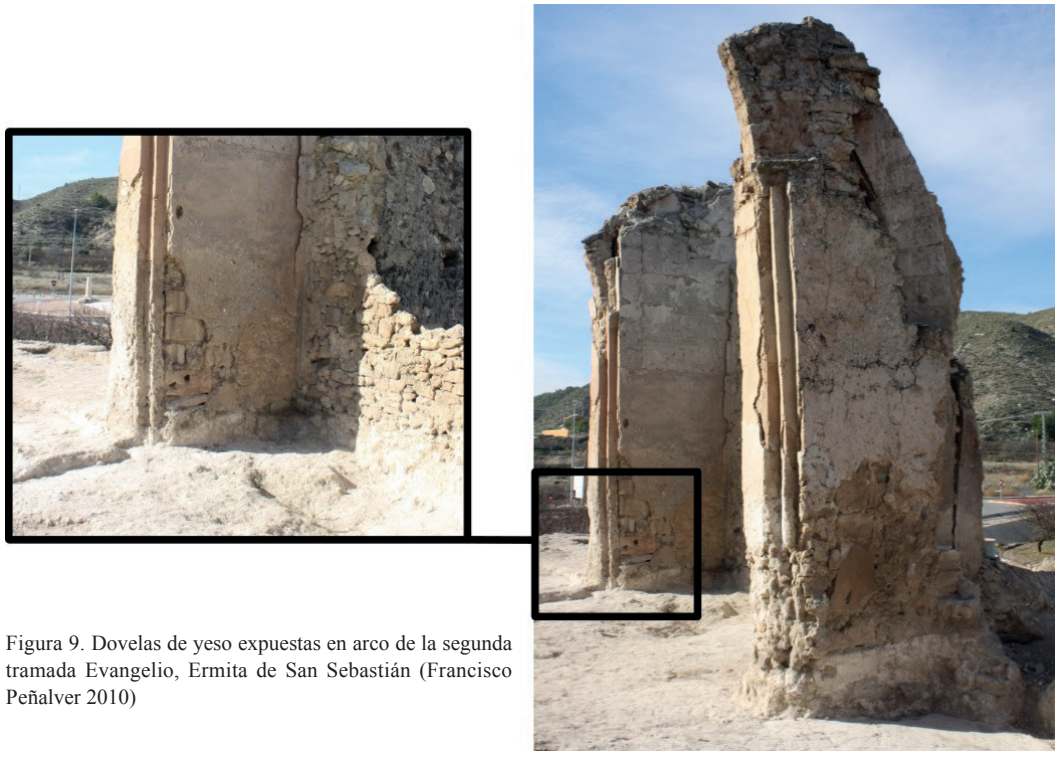


Figura 9. Dovelas de yeso expuestas en arco de la segunda tramada Evangelio, Ermita de San Sebastián (Francisco Peñalver 2010)

Elementos de yeso, han sido documentados comúnmente reutilizados bien en forma de yesón aplicado de nuevo al enlucido como en el exterior del muro de la epístola bien troceadas en piezas y utilizadas como material de relleno para engrosar muros como se aprecia en la (Fig. 9) en el arranque de pilar donde la pérdida de elucido deja ver la reutilización de ornamentos y cornisas posiblemente de aquellas fases góticas primigenias.

El yeso ha sido el material preferencial para el ornato de la ermita desde los primeros siglos, este es usado para revestir el arranque de los arcos fajones en primeras instancias, será en los siglos XVII-XVIII cuando se adaptarán a nuevas corrientes estilísticas modelando pilastras de yeso adheridas a muretes generados por la prolongación del arranque de los arcos; también es visible la pechina de la bóveda de yeso de la cabecera y ya hoy desaparecida los restos de la hornacina semiexcavada que presidía la cabecera, por último se ha identificado los restos de un óculo en la primera tramada de la 3ª Fase similares a los localizados en la Iglesia de la Concepción de Cehegín.

El uso más reseñable es la utilización del yeso para cargas, mediante la confección de arcos de medio punto, (Fig. 9) las dovelas poseen «dimensiones 50 x 50 cm y un canto de 22,1cm; mientras que los sillares presentan una superficie cóncava de 5 cm » (Marín Sánchez 2014) creadas a partir de un núcleo de piedra que facilita el fraguado de la pieza.

Esta técnica permite abaratar costes gracias al uso del material local y la estandarización de las piezas mediante el uso de moldes; hace que solo en Cehegín sea posible encontrar otros dos templos construidos durante el siglo XV-XVI con las mismas soluciones, la iglesia de la Soledad y la iglesia de la Concepción (Marín Sánchez y Collado Espejo 2005).

Análisis de patologías

El proceso de caída en ruina comienza a raíz del desmonte de la cubierta por los franceses en el saqueo de Cehegín en 1812, tras la cual la ermita cayó en ruina paulatina. En 1890 varios jóvenes intentaron

Figura 10. Análisis de patologías murarais exteriores de la epístola, evangelio y testero (elaboración propia 2025)

con buena voluntad recaudar fondos para la reconstrucción la ermita ya que el culto y tradiciones a San Sebastián siguen presentes en el actual municipio, pero los fondos recogidos no fueron los suficientes. (El Diario de Murcia Periódico para todos 1890 junio 10). Por lo que sus mecanismos de degradación seguirán activos hasta el año 2010, momento de la actuación de puesta en valor de la ermita y su entorno. Tras quince años de su puesta en valor el bien presenta serias patologías y un acelerado proceso degenerativo, presentando en la actualidad diversos mecanismos que afectan a sus estructuras.

Si bien la cercanía al río y su ubicación en una loma exenta ha aportado, valor técnico y simbolismo, también es un factor que ayuda a su degradación, encontrando principalmente problemas producidos por la acción directa del agua e indirecta como la humedad ascendente y el viento. Pudiendo encontrar arenización en las fábricas interiores de la nave, que se encuentran en su gran totalidad descubiertas de enlucido; además de pérdida de volumen de material tanto en la base como en la corona. En el exterior se conserva el enlucido en un nivel avanzado de deterioro, por ello las fábricas no presentan tanto daño visible, destacan los siguientes mecanismos de patologías (Fig. 10).

Erosión del agua por capilaridad base de los muros: la erosión de capilaridad desprovee de enlucido la base de los muros de carga tanto de tapia como en contrafuertes de mampostería encofrada, lo que unido a su reducción volumétrica internamente visible

llega a generar grandes oquedades en los muros de carga que favorecen la amenización del material y su transformación.

Erosión de agua corona de los muros: reduce la corona de los muros de tapia simple dotándoles de irregularidades en todo su recorrido, mientras se desprende el enlucido lentamente como una costra, conforme el nivel de deterioro avanza; por otro lado, esta erosión hace que sea muy común la generación de biodeterioro en las fábricas de tapia de mampostería o en aquellos lugares donde en 2010 se realizó un saneamiento con mortero de yeso moderno.

La pervivencia de estructuras depende de numerosos factores; en la fotografía del año 1940 se aprecian los muros del evangelio aun en pie y el muro de cierre de los pies de la ermita ya inexistente. En el año 2010 de la intervención de puesta en valor, los muros del evangelio se encontraron desaparecidos, pero con indicios materiales de su existencia; cosa que no es posible destacar del muro de cierre de los pies de la ermita, que no ha dejado resto material, ni tampoco impronta ni reseña alguna en el análisis arqueológico de 2010; lo que puede indicar otra temporalidad, bien el muro es joven bien estaba compuesto por materiales de dudosa calidad. Los restos actuales de la ermita resultan una paradoja; pues en el lado epístola posee casi la totalidad de sus paramentos, pero no conserva sus modernos engrosados machones que embutían los arcos de yeso del siglo XVI; mientras en el lado del evangelio se conservan esos modernos machones engrosados donde siguen embutidas las dovelas de yeso.

Conclusiones

A través de esta investigación, complementada con el conocimiento de las tradiciones locales, ha sido posible articular un discurso articulado sobre la trayectoria histórica de la ermita de San Sebastián en Cehegín, contextualizando sus distintos periodos evolutivos. El análisis ha puesto de relieve la importancia de la ubicación, en una zona marcada por el agua y los fuertes vientos, así como de las técnicas constructivas locales, que muestran una notable capacidad de adaptación y captación de conocimiento externo.

El estudio confirma la necesidad de un mantenimiento constante de las fábricas, donde las soluciones económicas, aunque efectivas, exigían una atención continua, subsanando con dificultad debido al peso económico, que ha sido un factor determinante tanto en tiempos de su construcción como en momentos de reparación. Es por ello que se ha evidenciado el valor de los artesanos, conocedores de los materiales y de los aparejos, que supieron sobredimensionar, reforzar y crear apoyos allí donde era necesario, enfocándose en el mantenimiento y funcionalidad del edificio. Este conocimiento empírico dio lugar a una corriente constructiva propia de los siglos XV y XVI que permitió a la villa de Cehegín afrontar nuevas etapas de crecimiento y dotarse de edificios funcionales, duraderos y a distintas escalas.

El esfuerzo de abaratar costes ha acompañado a la ermita desde su concepción, limitada las obras a las limosnas, alargó su construcción otorgando dos fases formales identificadas en el siglo XV y XVI; donde ha sido posible destacar en estas fases las técnicas constructivas moldadas como pueden ser el uso del tapial resuelto en tapia simple o de mampostería así como el uso de moldes para la confección de dovelas de yeso, que muestran un amplio conocimiento del material local y unas técnicas constructivas ajustadas a la resolución del propio edificio.

El uso del zócalo de mampuesto en los muros de tapia simple hace pensar que en el siglo XVII tuvieron que ser reforzados por las patologías hoy también conocidas, lo que indicaría su diferencial disposición y cota a lo largo de los muros ya que para 1607 fue necesaria una intervención total y lo más asequible posible; siendo este posiblemente el momento de la instalación del zócalo; siendo posterior a esta los trabajos de disminución de formal de la ermita.

La disminución formal de la ermita es acogida con motivos no solo estructurales si no también estilísticos, el desconocimiento material del nuevo muro de cierre de los pies de la ermita muestra concluye la mala calidad de este.

La ermita de San Sebastián de Cehegín ha estado marcada por la austeridad a lo largo de su vida útil, lo que ha llevado al cambio formal, parcheado y refuerzo de sus muros; que han convivido y posteriormente suplantado a las técnicas originales conocidas en el siglo XVI, pudiendo apreciar hoy en sus fábricas abiertas la consecución de su historia constructiva.

Agradecimiento

El trabajo de investigación desarrollado, sobre las fases constructivas de la ermita de San Sebastián ha sido realizado con la ayuda del al arqueólogo municipal de Cehegín Francisco Manuel Peñalver Aroca, así como al archivero municipal de Cehegín Francisco Jesús Hidalgo García; a los que, el equipo de investigación se quiere agradecer su colaboración.

Lista de referencias

Archivo Histórico Nacional (AHN), Órdenes Militares. 1495. *Relación de la visita que realizaron a la villa de Cehegín los visitadores de la Orden de Santiago*. Extraído de Aroca y Hidalgo 2015.

Archivo Histórico Nacional (AHN), Órdenes Militares. 1507. *Relación de la visita que realizaron a la villa de Cehegín los visitadores de la Orden de Santiago*. Libro 1072 C, fols. 242–264. Extraído de Torres Fontes 1982.

Archivo Histórico Nacional (AHN), Órdenes Militares. 1536. *Relación de la visita que realizaron a la villa de Cehegín los visitadores de la Orden de Santiago*. Extraído de Aroca y Hidalgo 2015.

Aroca, Francisco y José García. 2015. *Reliquia de San Sebastián en la Iglesia de Santa María Magdalena*. Inedito.

Diario de Murcia. 1890. Varios jóvenes de buena voluntad quieren recaudar fondos para la reconstrucción de la Ermita de San Sebastián. *Diario de Murcia. Periódico para todos*, año XII, núm. 4047, 10 de junio, p. 2.

Gómez Capilla, Juan Manuel. 2025. Estudio análisis y reconstrucción virtual de la ermita de San Sebastián de Cehegín *XXXI Jornadas de patrimonio de la Región de Murcia*.

Marín Sánchez, Rafael. 1998–1999. El uso de dovelas de mortero yeso en arcos. Bases para un estudio. En *Alquipir* 8–9.

Marín Sánchez, Rafael, y Pedro Collado Espejo. 2005. El uso estructural de arcos realizados con dovelas prefabricadas de mortero de yeso en el siglo XV. Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción: Cádiz. Vol. 2, 27-29.

Marín Sánchez, Rafael. 2014. *Uso estructural de prefabricados de yeso en la arquitectura levantina de los siglos XV y XVI*. Universitat Politècnica de València.

Ortiz de Tarango, F. M. G. 1970. *Vinculaciones universales del Gótico Valenciano*. Lección inaugural del Curso 1969- 1970.

Proyecto COREMANS. 2017. *Criterios de intervención en la arquitectura de tierra*. Madrid: Secretaría General Técnica, Subdirección General de Documentación y Publicaciones.

Torrecilla Hernández, José Rafael. 2021. Cehegín: tierra de frontera en la Baja Edad Media. *Alquipir* 16.

Arte, ingeniería y arquitectura: la construcción del Espacio Escultórico y el Paseo de las Esculturas de la UNAM

Isaura González Gottdiener

En 1979 la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) conmemoró el cincuentenario de su autonomía. En el marco de los festejos se inauguraron una serie de edificios y obras escultóricas tanto en la Ciudad Universitaria (CU) del Pedregal como en otras zonas del país entre las que destacan: el Teatro Juan Luis Alarcón y el Foro Experimental Sor Juana Inés de la Cruz del Centro Cultural Universitario; el Espacio Escultórico, en el que se centra la presente ponencia**;** el Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir, en Ensenada, Baja California; y el edificio donde se encuentran el Instituto de Investigaciones Bibliográficas, la Biblioteca y Hemeroteca Nacionales y el Centro de Estudios sobre la Universidad (hoy Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación IISUE).

Estas obras forman parte de los miles de metros cuadrados edificados por la Dirección General de Obras (DGO) de la UNAM entre 1973 y 1981 durante el rectorado del doctor Guillermo Soberón Acevedo para atender la demanda de nueva infraestructura detonada por la expansión de la institución en los años setenta que comprendió: a) un plan de descentralización de la educación media superior por medio de la creación de cinco Escuelas Nacionales de Estudios Profesionales en zonas periféricas de la Ciudad de México; b) la reorganización de escuelas y facultades al interior de la Ciudad Universitaria; c) el impulso a la investigación científica que detonó la construcción de la Ciudad Científica en CU y centros de investigación a nivel nacional; d) la dotación de instalaciones para un sistema universitario de salud; y e) y la creación del Centro Cultural Universitario (CCU)[1] que fue el escenario ideal para la escultura abstracta.

El 23 de abril de 1979 el rector inauguró el Espacio Escultórico, a un costado de la unidad cultural. Esta pieza de arte público —diseñada colectivamente por los escultores Helen Escobedo, Manuel Felguérez, Matías Goeritz, Hersúa, Sebastián y Federico Silva—, resultó, según la crítica nacional y extranjera, uno de los más grandes proyectos contemporáneos de investigación artística (UNAM, 1979). Al siguiente año se inauguró el Paseo de las Esculturas, donde cada artista realizó una obra individual (figura 1).

Arte público, arte construido con materiales para perdurar

El Espacio Escultórico y el Paseo de las Esculturas son obras de escultura transitable, tendencia que se desarrolló a nivel internacional a partir de los años cincuenta y que tiene por finalidad exaltar la percepción corporal del espacio real. Este tipo de escultura surge tras la Segunda Guerra Mundial en que el arte público fue visto como un agente de cambio. En *Concrete Poetry: Post-war Modernist Public Art*, Simon Phipps dice que tras el conflicto bélico las ciudades se enfren-

Isaura González Gottdiener – Facultad de Arquitectura UNAM (México)

Figura 1. Vista Vertical del Centro Cultural Universitario, en la parte superior se ve el Espacio Escultórico y en el costado derecho el Paseo de las Esculturas, 1986. (Archivo Histórico Fundación ICA)

taron a retos desconocidos hasta entonces: crecimientos a gran escala, nuevos modos de transporte, tecnologías inéditas… y se convirtieron en escenarios de la transformación social. Fue entonces que el compromiso comunitario en torno al espacio urbano se vio como algo vital y necesario para la reconstrucción cultural y social de Europa (Phipps, 2018).

La experiencia de la guerra influyó profundamente en los artistas plásticos, que se alejaron de la figuración para explorar nuevas formas de expresión más subjetivas, abstractas y conceptuales. El crítico de arte Juan Acha destaca que la escultura se insertó en el espacio real entre masas, planos o filamentos, hasta llegar a la estructura transitable. Con esto, la escultura se acercó a la arquitectura lo que abrió una oportunidad sin precedentes a artistas, arquitectos e ingenieros de trabajar colaborativamente.

Los materiales utilizados para construir el arte público requerían ser resistentes y relativamente impermeables a las inclemencias del tiempo y a los daños accidentales o intencionales. Materiales industriales como el concreto, el acero y el plástico. Materiales en bruto que se convirtieron en el lenguaje estético de la escultura abstracta a mediados del siglo XX. En el caso del concreto, el escultor Jesús Molina menciona que los artistas plásticos empezaron a usarlo como material constructivo a partir de los años cincuenta cuando el arte se integró a la arquitectura por medio de relieves en los edificios públicos. También señala la influencia de la Bauhaus para sacar el arte al espacio público y de arquitectos como Marcel Breuer, Le Corbusier y Carlo Scarpa, que experimentaron con este material (Molina, 1996).

El carácter moldeable y pastoso del concreto permitió la creación de formas complejas mediante el vaciado en moldes elaborados con materiales como madera o poliestireno expandido. Su lento fraguado facilitó la manipulación y definición de texturas superficiales, pudiendo escoger la textura del molde para imprimir vetas o relieves, y aplicar técnicas como el lavado de la superficie para revelar texturas pétreas. La posibilidad de colorear la mezcla con pigmentos o usar cemento blanco aportó variaciones tonales, y técnicas como el concreto proyectado permitieron realizar esculturas ligeras y de gran tamaño. El uso de moldes metálicos para composiciones con elementos repetitivos, aportó precisión y calidad estética.

La llegada de artistas europeos a México debido al conflicto bélico refrescó la vida artística del país en la que el discurso nacionalista del muralismo empezaba a agotarse. Mathias Goeritz, artista de origen alemán quien llegó en 1949, promovió un arte que trascendía el funcionalismo imperante, con la llamada "arquitectura emocional" como marco conceptual. Para Juan Acha, la aparición en México de la escultura transitable se debe a Goeritz quien realizó gran parte de sus obras de escultura abstracta y arte público en concreto, siendo el escultor que más utilizó este material a nivel mundial en los años cincuenta y sesenta. Entre los escultores mexicanos que también utilizaron magistralmente el concreto en obras de arte público se puede mencionar a Fernando González Gortázar, Helen Escobedo, Ángela Gurría y Manuel Felguérez, entre otros.

México, escenario de esculturas urbanas de concreto

Un breve recorrido por obras icónicas de escultura urbana en México realizadas entre los años cincuenta y setenta que anteceden al Espacio Escultórico, ejemplifican cómo el concreto fue utilizado con dis-

tintas técnicas. En 1951 el arquitecto Luis Barragán le pidió a Goeritz realizar modelos escultóricos para la entrada del fraccionamiento Jardines del Pedregal[2], al sur de la Ciudad de México. La obra seleccionada fue *El Animal del Pedregal,* una serpiente de influjo expresionista cuya versión final se realizó en concreto moldeado.

En 1953 por encargo del empresario Daniel Mont, Goeritz realizó en la Ciudad de México el Museo Experimental El Eco, un recinto diseñado como una escultura penetrable cuyos poéticos muros y techos están aplanados con mezcla de cemento-arena y pintados en color amarillo y gris en el espacio central. Para realizar esta obra de arquitectura emocional, el artista contó con la asesoría de Barragán y Ruth Rivera Marín. La colaboración entre Goeritz y Barragán tuvo su punto culminante con la construcción de las *Torres de Satélite*, entre 1957 y 1958. Este conjunto escultórico, realizado para destacar la entrada del fraccionamiento Ciudad Satélite[3], consta de cinco prismas triangulares pintados en vivos colores, cuya altura varía entre 30 y 52 metros. El concreto armado no solo proporcionó la necesaria resistencia estructural para soportar las dimensiones monumentales de las torres, la textura estriada de las superficies, que es parte inherente de su valor escultórico y estético, se logró mediante un encofrado especial (figura 2).

Figura 2. Luis Barragán, Mathias Goeritz. Torres de Satélite, 1957

A partir de los años sesenta el Estado mexicano mostró preocupaciones por el arte urbano y encargó y pagó obras escultóricas a un buen número de artistas. Ejemplo de ello es la Ruta de la Amistad, un corredor de arte público creado para los Juegos Olímpicos de 1968 en el que participaron artistas de todos los continentes[4] .La aplicación del concreto permitió alcanzar una unidad de conjunto y una misma tecnología constructiva consistente en armazones de estructura metálica fabricados en talleres que una vez colocados en su ubicación final se forraron con tela de alambre para recibir el concreto proyectado o gunite aplicado a alta presión (figura 3).

Figura 3. Esculturas de la Ruta de la Amistad, 1968. (Archivo *El Universal*)

En esos años, el arquitecto y artista jalisciense Fernando González Gortázar realizó esculturas geométricas y texturizadas en concreto armado, como *La Gran Puerta* (1969) en el Parque Amarillo, la *Fuente de la Hermana Agua* (1970), la imponente entrada al Parque Gonzalo Gallo, en Guadalajara; y la *Torre de los Cubos* (ambos de 1972). Por su parte, el colectivo

GUCADIGOSE (1975-1976) conformado por Ángela Gurría, Geles Cabrera, Juan Luis Díaz, Mathias Goeritz y Armando Carbajal "Sebastián", realizó una serie de unas esculturas urbanas monumentales construidas en concreto con acentos de ladrillo y color, para el libramiento carretero de la ciudad de Villahermosa, Tabasco.

Así como el Estado mexicano ha patrocinado la creación de obras artísticas en distintas etapas de la historia moderna de México, la UNAM también tiene una estrecha relación con el fomento a las artes. Para la década de los setenta, cuando la Universidad amplió su infraestructura, la escultura abstracta fue la expresión artística que representó los ideales de la época. En un contexto en que la desmedida expansión urbana rodeó a la Ciudad Universitaria en un corto tiempo, los creadores del Espacio Escultórico y el Paseo de las Esculturas buscaron revitalizar la función pública del arte por medio del arte-ecología y el arte-tierra, con obras creadas en armonía el entorno natural del Pedregal de San Ángel, que prácticamente había sido engullido por la ciudad.

Arte universitario, arte colectivo

De acuerdo con Jorge Carpizo, quien en los años setenta era el Coordinador de Humanidades de la UNAM, fue el escultor Federico Silva quien presentó la idea de construir una escultura monumental de carácter colectivo, con intervención de artistas ya reconocidos que eran profesores investigadores universitarios y participaban de una misma corriente artística, el geometrismo. La propuesta fue ubicarla en el perímetro del CCU cuya segunda etapa estaba en construcción. El grupo quedó conformado por Federico Silva, Manuel Felguérez, Helen Escobedo, Mathías Goeritz, Sebastián y Hersúa. Carpizo presentó el proyecto al rector para explorar las posibilidades de contar con el terreno y los recursos económicos para llevarlo a cabo (Carpizo, 1978).

Para la realización de esta obra se integró un consejo directivo de apoyo institucional, formado por los coordinadores de Humanidades, doctor Jorge Carpizo (y después por el doctor Leonel Pérez Nieto); de Ciencias, doctor Agustín Ayala Castañares, y de extensión Universitaria, arquitecto Jorge Fernández Varela. Administrativamente quedó bajo la responsabilidad de la Coordinación de Humanidades. También se conformó un grupo de apoyo teórico formado por los maestros Jorge Manrique, Joaquín Sánchez McGregor y Luis Cardoza y Aragón. El grupo de coordinación y realización quedó integrado por el ingeniero Javier Jiménez Espríu, director de la Facultad de Ingeniería; el ingeniero Francisco de Pablo, director de la DGO y el arquitecto Raúl Henríquez de la DGO (figura 4). Como parte del proyecto de investigación, Salvador Enciso de la Vega y Víctor Corona Nava llevaron a cabo estudios científicos sobre la flora, la fauna y las características de la lava petrificada donde se desplantó la obra escultórica. La construcción fue realizada por la DGO bajo la coordinación del arquitecto Raúl Kobeh Hedere, quien estaba al frente de la Comisión del Plano Regulador de la UNAM (UNAM, 1980).

Figura 4. Recorrido del doctor Guillermo Soberón, los escultores y el equipo técnico para definir el terreno donde se construyó el Espacio Escultórico, al fondo se ve la Sala de Conciertos Nezahualcóyotl, 1978. (Archivo del Ing. Javier Jiménez Espríu)

De la creación artística a la construcción

El escultor Jesús Molina dice que las esculturas de dimensiones importantes deben de responder a las condiciones del lugar, la cultura que las engloba y en ocasiones, a requisitos funcionales. También enfatiza que la escala es tan importante como la misma forma. El sitio donde se ubica el Espacio Escultórico pertenece a la zona basáltica conocida como el Pedregal de San Ángel[5] que geomorfológicamente corresponde a un malpaís resultante de la erup-

ción del volcán Xitle hace más de dos mil años. Al sur de CU la lava solidificada presenta formas caprichosas, de una gran belleza. Es una zona de alta diversidad biológica, que alberga alrededor de 1,500 formas de vida como plantas, arbustos, helechos, musgos, líquenes, mamíferos y artrópodos (UNAM, 1978).

Al tratarse de un proyecto colectivo, era fundamental que los seis escultores acordaran cada decisión tomada. Tras un año de investigación, discusiones, dibujos, maquetas y asesoría de expertos de otras disciplinas, el grupo decidió que la obra tendría una forma circular, en resonancia con la cercana pirámide de Cuicuilco[6] , posteriormente, propusieron los prismas triangulares como elementos escultóricos. Finalmente, se discutió el diseño para el centro. Leonel Pereznieto Castro —quien sucedió a Carpizo como coordinador de Humanidades a finales de 1978— sugirió dejar las formas irregulares de la lava negra solidificada desnudas de vegetación, para poder realizar actividades culturales. Esta decisión reflejó un equilibrio entre la geometría estricta de la forma exterior y la textura caprichosa del núcleo central, consolidando una obra que integra dimensiones estéticas y simbólicas del geometrismo abstracto, el *land art*, el minimalismo, la arquitectura emocional, y el organicismo.

Una vez que se llegó al consenso sobre la creación artística, los escultores presentaron dos posibles ubicaciones en el terreno que la Universidad había destinado para el proyecto. Si bien el doctor Jorge Carpizo refiere que los propios artistas decidieron el emplazamiento (Carpizo, 1983), el arquitecto Ramiro Ortiz Treviño, actual director de planeación de la DGO, quien en esa época se incorporó a esta dependencia siendo pasante de Arquitectura, relata que la labor del arquitecto Raúl Kobeh y de los ingenieros Francisco Aguirre (director de Construcción de la DGO) y Jorge Casarín (coordinador de Construcción) fue sustantiva para decidir el mejor lugar. Los escultores habían seleccionado dos hondonadas en la roca, pero no se ponían de acuerdo cuál, hasta que un día el rector les dijo que la obra tenía que estar lista en una determinada fecha. Kobeh le pidió al topógrafo Felipe Ciénega trazar el círculo de la plataforma en ambas hondonadas para evaluar la viabilidad técnica. Una vez decidido el emplazamiento se inició la construcción (Ortiz, 2025)[7] . Por su parte, Joaquín Sánchez MacGregor destaca el papel decisivo del equipo técnico en la solución constructiva de los prismas pentaédricos. Otra decisión importante fue que el acceso sería únicamente peatonal, el estacionamiento más cercano es el de la Biblioteca y Hemeroteca Nacional, ubicado a 500 metros de distancia.

Los planos realizados por la DGO en julio de 1978 muestran en planta una plataforma circular de 120 metros de diámetro exterior y 92.78 metros de diámetro interior, así como la distribución radial de los 64 módulos poliédricos con base rectangular de nueve por tres metros y cuatro metros de altura. Los módulos están organizados en cuadrantes; cada uno de ellos contiene 16 piezas separadas entre sí de forma equidistante, salvo en los cuatro puntos cardinales donde la separación es mayor. La solución de la plataforma consta de dos muros de contención de piedra volcánica a junta seca, desplantados sobre una plantilla de concreto pobre, cuya altura varía de 0.50 a nueve metros dada la particular topografía de la superficie rocosa. Entre ambos muros hay un relleno de balastra para tener un pedraplén permeable. La superficie de la plataforma está acabada en grano de tezontle planchado para mantener la permeabilidad y proporcionar un toque de color. En caso de lluvia constante el agua no se acumula gracias a la permeabilidad de los materiales y de la roca (Figuras 5 y 6).

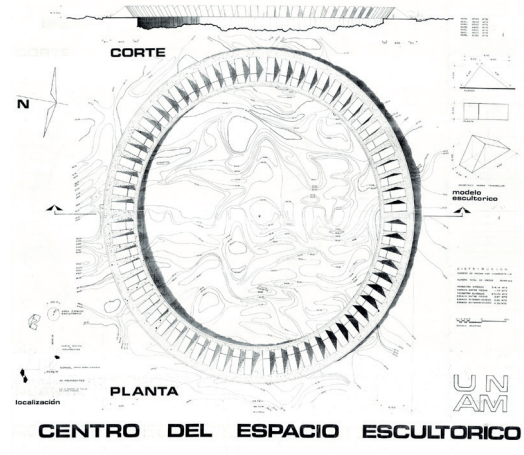


Figura 5. Planta arquitectónica del Espacio Escultórico, 1978. (Archivo Dirección General de Obras Conservación UNAM)

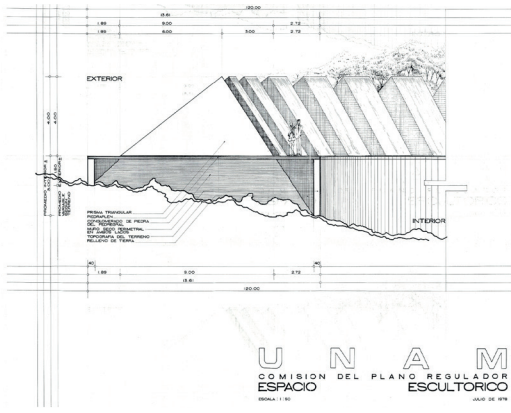


Figura 6. Corte del Espacio Escultórico, 1978. (Archivo Dirección General de Obras Conservación UNAM)

El plano de detalle de los módulos muestra que estos son huecos. Al respecto, en una entrevista realizada a Manuel Felguérez por Amelia Chávez Santiago en 2004 dijo: "La construcción misma en gran parte siempre depende de los presupuestos, porque nos hubiera encantado que cada módulo fuera rellenado con concreto pero el presupuesto no dio más que para hacer coladitos de 10 centímetros, y con el tiempo hubo desgaste y grietas en sus paredes" (Felguérez 2004). Helen Escobedo planteó que, dada la escala casi habitable de los módulos, se aprovechara el interior para hacer desde talleres abiertos con puerta hasta área para mini-exposiciones. Esta propuesta no fue aprobada por el colectivo de escultores (Escobedo, 1978).

Los prismas se resolvieron con placas de concreto armado soportadas por una estructura a base de un anillo interior de rigidez con elementos portantes de 20 x 42 cm. Para las caras verticales e inclinadas se especifican dos capas de malla electrosoldada y concreto fc' = 250 Kg/cm2. En las fotografías se aprecia que las caras verticales fueron coladas con cimbra de madera, mientras que en las inclinadas se optó por vigueta y bovedilla (no especificada en los planos), probablemente para reducir los tiempos de ejecución de obra, sobre la que se colaron placas de concreto (figuras 7 y 8).

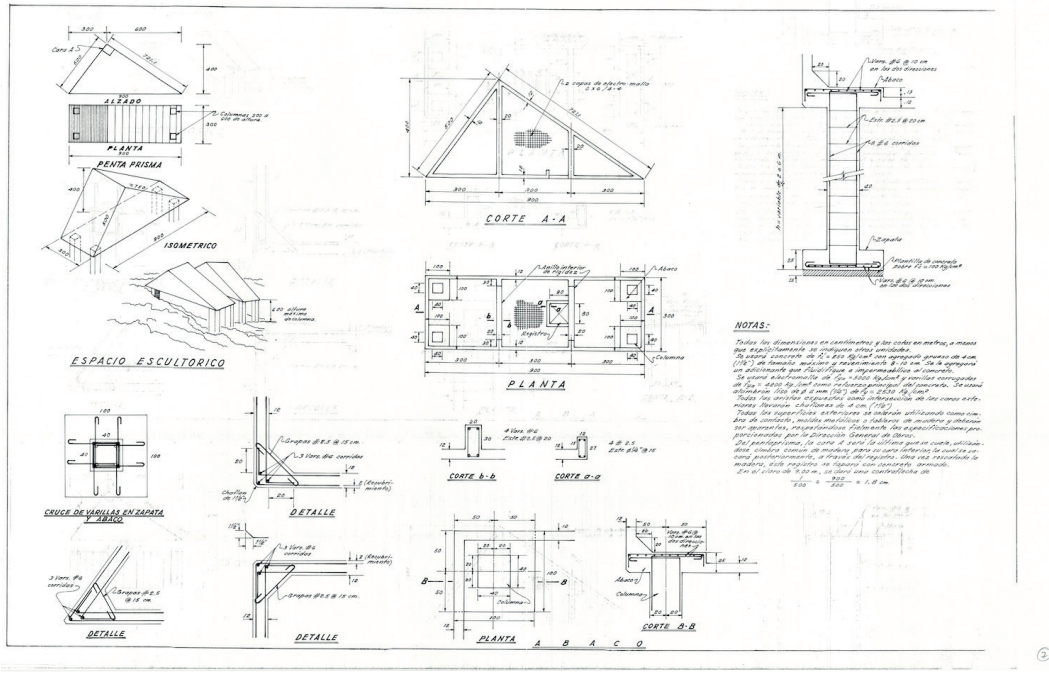


Figura 7. Detalle de la estructura de los prismas del Espacio Escultórico, 1978. (Archivo Dirección General de Obras Conservación UNAM)

Figura 8. Construcción del Espacio Escultórico, 1979. (Centro Documental Arkheia, Museo Universo de Arte Contemporáneo UNAM)

Entre las ventajas del uso del concreto en la escultura abstracta, Jesús Molina destaca:

> El escultor puede elegir la textura de la superficie, por medio del grosor de los áridos, elección de la superficie de los elementos que componen el encofrado, el color de los áridos o el coloreado de la masa. Pero si lo prefiere, antes de finalizar el tiempo de fraguado y retirado del encofrado, el escultor puede lavar la superficie, arrancándole la piel y dejando al descubierto una magnífica textura pétrea. (Molina, 1996)

Los módulos del Espacio Escultórico están acabados con un martelinado grueso que le da un aspecto rugoso. La obra tiene tres materiales principales y colores: la lava negra de los muros de la plataforma, el rojo del tezontle molido del anillo circular, y el color perla de los módulos de concreto. Parte sustantiva del mensaje estético es la lava despojada de vegetación circunscrita por el anillo dentado que marca un contraste con la vegetación circundante. El equipo de químicos involucrados en el proyecto formuló el líquido especial para suprimir la hierba, dado que esta crece naturalmente (UNAM, 1980). En la actualidad este procedimiento se realiza esporádicamente, una de las ocasiones más recientes fue tras el otorgamiento del Premio Internacional para el Paisaje «Carlo Scarpa» al Espacio Escultórico.

En lo que toca a los trabajadores de la construcción, Juan Acha reconoce su labor:

> El artista consigue su obra y la proyecta, pero los artesanos de la fundición o los de la construcción la realizan manualmente, bajo la dirección de un especialista y gracias a una persona o institución que encarga la obra y paga por ello (...) La paternidad manual comprende obviamente a los trabajadores de la construcción, a quiénes por hábito le restamos importancia en las obras de arte monumentales. Todavía no logramos mirar a un director y un barredor, pongamos por caso, como realizadores de trabajos indispensables, distintos, valiosos, e interdependientes (...) Toda materialización de objetos, requiere una

Figura 9. Vista del Espacio Escultórico, al fondo se ve la Sala de Conciertos Nezahualcóyotl, 1980. (Archivo Fotográfico Manuel Toussaint, Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM)

Figura 10. Vista del Paseo de las Esculturas y el Espacio Escultórico, 1980. (Archivo Fotográfico Manuel Toussaint, Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM)

> integración de diferentes trabajos. Máxime cuando son públicos, como el Espacio Escultórico. (Acha, 1983)

La gran corona dentada, considerada entonces como la escultura más grande del mundo, fue inaugurada el 23 de abril de 1979 (figura 9). El *Informe de actividades 1979* de la UNAM señala que esta escultura es parte integral del Centro Cultural Universitario y que habría una segunda etapa con la obra individual de los seis escultores y, más adelante se invitaría a otros artistas mexicanos y extranjeros, esto último no sucedió. Una carta dirigida al rector firmada por los seis artistas con fecha del 14 de diciembre de 1979, permite ver que no quedaron conformes con el resultado final pues solicitan que los módulos sean recubiertos con ferrocemento para consolidarlos. También proponen que el camino peatonal sea resuelto con mosaicos de piedra con diseños individuales realizados por cada escultor y señalan que se hizo entrega de las maquetas para las esculturas individuales de la segunda etapa. El camino de losetas fue realizado cuando se construyeron las obras individuales; respecto de la consolidación de los módulos, la DGO contestó que no era necesario pues los cálculos estructurales se habían realizado cuidadosamente.

En 1980 se construyeron seis obras individuales sobre la roca volcánica entre la vegetación. En este caso, cuatro de los artistas optaron por el acero —Goeritz, Escobedo, Felguérez y Sebastián— y dos por el concreto, Silva y Hersúa. Las esculturas tienen un promedio de 10 metros de alto y son policromadas, en ellas se aprecia el sello de cada autor. *Las Serpientes del Pedregal*, de Federico Silva, se conforma por dos cuerpos de piedra volcánica de 180 y 200 de metros, que recorren el camino sinuoso de los senderos del Pedregal y se unen en un par de cabezas de triángulos monumentales de concreto. *Ocho Conejo*, también de Silva, apunta hacia el Sur invitando al visitante a caminar a través de ella, como una puerta de entrada entre las placas de concreto armado que configuran la obra de 5 x 10 x 4 metros. *Ave dos*, de Hersúa, fue realizada en ferrocemento pintado de anaranjado. *Coatl* (culebra) de Helen Escobedo, es una escultura compuesta por marcos metálicos que al rotar dan la sensación de movimiento, intensificada por la gama cromática de los elementos; *Colotl* de Sebastián es una pieza abstracta de metal pintada en azul que simula a un alacrán; *Corona del Pedregal* de Mathias Goeritz, se compone por cuatro prismas triangulares de unos 20 metros de altura formados a partir de líneas que conforman una especie de celosía tridimensional en forma de corona; y *Variante de la llave de Kepler* de Manuel Felguérez, es una composición futurista realizada con placas y tensores de acero entrelazados pintados en negro, rojo y gris (figura 10).

Todas las esculturas son transitables, para visitarlas se diseñó un camino a base de losas de concreto en las que se grabó un signo diferente que permite reconocer a cada una. Cuando los seis caminos se juntan continúan hacia la gran escultura colectiva. “Quisimos así simbolizar el paso de lo individual a lo colectivo” (Felguérez, c. 1980). En el archivo de la DGO se conservan los planos de las bases de cimen-

Figura 11. Helen Escobedo supervisando el montaje de Coatl, 1980. (Centro Documental Arkheia, Museo Universo de Arte Contemporáneo UNAM)

tación de estas obras y en el Fondo Helen Escobedo fotografías del montaje de *Coatl*, de su autoría, así como bocetos con el diseño de las losetas (figura 11).

Auge, deterioro y restauración

Tras su inauguración, el Espacio Escultórico fue escenario de diversas manifestaciones artísticas y punto de reunión de la comunidad universitaria. La escultura fue presentada por los artistas en la Décima Conferencia Internacional de Escultura, en Toronto, Canadá; en 1980 participaron en la Conferencia Internacional de Escultores en Washington, Estados Unidos; y en 1982 en el Festival de las Culturas en Berlín, Alemania. Ese mismo año fue nombrada la obra de la década en el Encuentro Internacional de Críticos de Arte (Chávez, 2013). A finales de los años noventa las actividades menguaron y las esculturas entraron en una fase de deterioro; en 2010 fueron restauradas. En el Reporte Profesional presentado para obtener el título de arquitecto de Luis René Vázquez González, uno de los capítulos está dedicado a la restauración de los módulos piramidales. El documento refiere que habían sufrido un deterioro considerable, sobre todo en la cara inclinada más larga, debido al intemperismo y la vandalización que ocasionaron el desprendimiento del aplanado dejando expuesto el acero de refuerzo. La restauración inició con la limpieza con cepillo de alambre de acero para demoler los aplanados dañados y cepillo de raíz en el caso del acero expuesto para eliminar la oxidación y el polvo, también se aplicó una mano de resina para poder adherir la nueva mezcla. Una vez retirado el aplanado dañado, se colocó una malla de gallinero para recibir el mortero terciado (cemento – granzón, tezontle, tepetate y piedra triturada – arena con resina) con un espesor promedio de tres centímetros. Tras el fraguado, se dio el acabado con cepillo de alambre. Para terminar, se aplicaron dos manos de impermeabilizante. Las obras individuales también fueron restauradas.

Para preservar este legado escultórico desde entonces sólo puede visitarse en horario restringido, lo que ha permitido su mejor conservación. El Espacio Escultórico y su entorno recibieron el Premio Carla Scarpa per il Giardino 2024 que otorga la Fundación Benetton por "cómo expresa el valor de un paisaje y llama a la reflexión en cuanto a conflictos relacionados con la expansión de una megalópolis que rodea su perímetro" (Fundación Benetton, 2024). En este sentido es importante recordar que desde su inauguración esta obra contribuyó a cambiar la visión institucional de la UNAM en cuanto a la ocupación de su reserva territorial en una época en que la superficie construida de la Ciudad Universitaria experimentó un considerable incremento.

El Espacio Escultórico y la expansión al interior de la Ciudad Universitaria

En 1970 la planta física de CU sumaba un total de 380 mil 938 metros cuadrados construidos, cifra que en 1980 alcanzó los 647 mil 303 metros cuadrados. La expansión se dio primero hacia el sur oriente con la construcción de la Ciudad de la Investigación Científica y después hacia el sur con el Centro Cultural Universitario. En este último se dio un cambio de criterio con respecto a la disposición de los edificios que buscaron respetar la geografía del lugar. El Espacio Escultórico fue concebido bajo este principio de respeto hacia el Pedregal al que rindió homenaje al dejar la lava desnuda al centro. Las esculturas y edificios del conjunto forman un discurso artístico y arquitectónico geométrico único, donde arquitectura y escultura generan espacios expresivos y estéticos cuya afinidad logra una gran unidad formal.

El mensaje estético del Espacio Escultórico fue tan fuerte que dejó clara la necesidad de proteger y con-

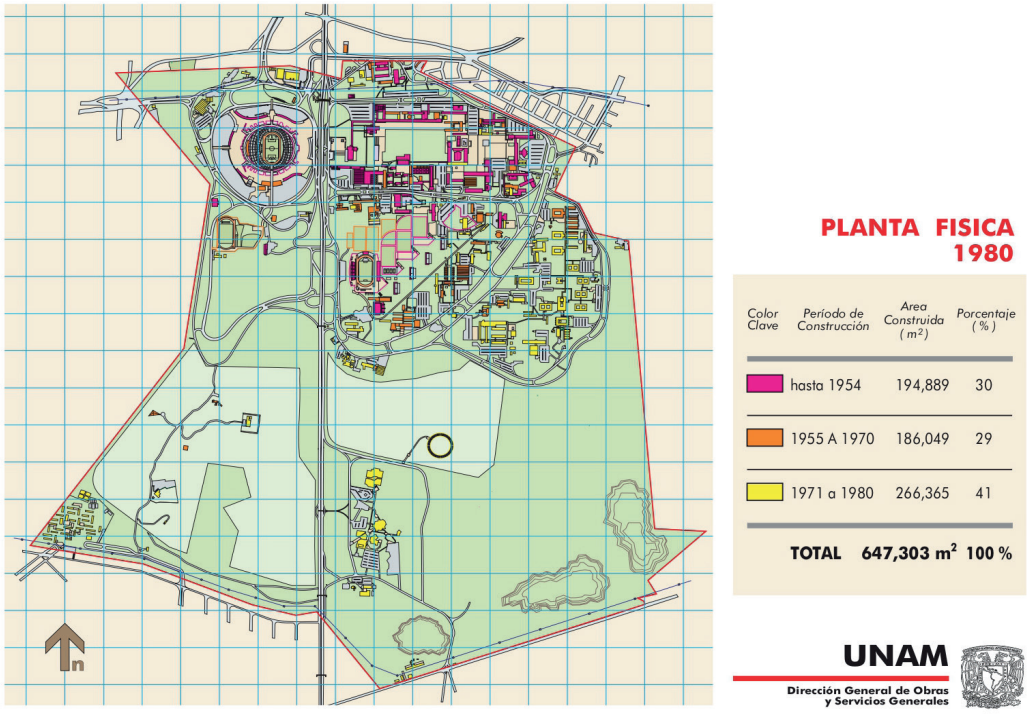


Figura 12. Plano de la planta física Ciudad Universitaria en 1980, donde se muestran las poligonales de la reserva ecológica, 1994 (Archivo Dirección General de Obras UNAM)

servar el ecosistema único del Pedregal con el que la expansión urbana prácticamente había acabado en 1980. En 1983 se decretó la protección de una superficie inicial de 124.5 hectáreas como zona ecológica inafectable (figura 12). En 2005, la reserva fue ampliada para alcanzar las 237.33 hectáreas y la adición más reciente se llevó a cabo en febrero de 2025. Desde 1983 el Espacio Escultórico y el Paseo de las Esculturas quedaron insertos en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA), su creación ayudó a que la reserva territorial de CU dejara de ser vista únicamente como suelo urbano.

Tan solo un año después de la inauguración de esta pieza de *land art,* en un libro dedicada a esta obra Juan Acha expresó una suerte de premonición: "Hoy pasa inadvertido, pero herirá nuestra vista cuando se hayan urbanizado los terrenos contiguos y desaparezca la roca volcánica" (Acha, 1980). Esa herida a la vista ocurrió en 2016 cuando la propia DGO construyó un edificio blanco de ocho plantas para la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, conocido como Edificio H, a unos 400 metros de distancia, en una zona donde sí se permite construir, que se interpuso en la visual hacia los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl desde el Espacio Escultórico (figura 13).

Figura 13. El Espacio Escultórico y el Edificio H, 2016. (Archivo *El Universal*)

Colofón

La historia de la construcción también es la de la transformación del territorio y del paisaje, convertido en suelo para edificar. El Espacio Escultórico contribuyó a cambiar el Plan Rector de la Ciudad Universitaria en la década de los ochenta cuando se definió la poligonal de la primera etapa de la REPSA. De su inauguración a la fecha, las construcciones al interior de la Ciudad Universitaria han seguido creciendo más no habían herido gravemente la vista de 360 grados que había hacia el horizonte desde este oasis sino hasta 2016. La construcción del edificio H abrió un debate público para repensar el espacio, el arte y la apariencia de un edificio que no pudo ser destruido porque la inversión ya estaba hecha y lo económico y utilitario prevaleció sobre el daño a la visual del horizonte.

La solución constructiva del Espacio Escultórico, si bien no representó una innovación tecnológica en su tiempo, materializó la concepción física y simbólica de una obra de arte colectiva que aportó una nueva manera de estructurar volúmenes y espacios transitables conocidos en un paisaje natural, con lo que otorgó un alto valor y significado al Pedregal (figura 14), territorio que en menos de cincuenta años se transformó de paisaje a suelo urbano. A más de 45 años de su inauguración, el Espacio Escultórico y el Paseo de las Esculturas refrendan su valor estético y ético al fomentar la conversación sobre la importancia de preservar espacios culturales y naturales en contextos urbanos para poder encaminar a nuestras ciudades hacia la resiliencia y sostenibilidad.

Figura 14. Vista actual del Espacio Escultórico y el Paseo de las Esculturas, 2025. (Archivo Fotográfico Manuel Toussaint, Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM)

Notas

1. El Centro Cultural Universitario de la UNAM, ubicado al sur de la Ciudad Universitaria, es un complejo arquitectónico y cultural construido entre 1976 y 1980. El conjunto original comprende: la Sala de Conciertos Nezahualcóyotl, el Teatro Juan Ruiz de Alarcón, el Foro Sor Juana Inés de la Cruz, la sala de Danza Miguel Covarrubias, la sala de música de cámara Carlos Chávez, las salas de cine Silvestre Revueltas y Julio Bracho, las oficinas de Difusión Cultural UNAM, el Centro Universitario de Teatro, la Biblioteca y Hemeroteca Nacionales; el Espacio Escultórico y el Paseo de las Esculturas. En 2007 se construyó el Museo Universitario de Arte Contemporáneo (MUAC).
2. El fraccionamiento Jardines del Pedregal fue concebido por Luis Barragán como una urbanización residencial campestre sobre el terreno volcánico formado por la lava del volcán Xitle, en el sur de la Ciudad de México. Entre 1948 y 1958 se construyeron ochocientas casas que combinaron las tendencias del funcionalismo y la naturaleza del lugar, proyectadas por arquitectos como Francisco Artigas (1916-1999), Antonio Attolini Lack (1931-2012), José María Buendía Júlbez (1933-2016), Augusto H. Álvarez (1914-1995), Reynaldo Pérez Rayón (1918-2019), y Enrique Yáñez (1908-1990), entre otros. Al paso del tiempo, la especulación inmobiliaria ha ocasionado la demolición de la mayoría para edificar condominios horizontales (Del Cueto, González, 2024).
3. El proyecto y construcción de Ciudad Satélite comenzaron en la década de 1950 como respuesta a la sobrepoblación y saturación de la Ciudad de México. Coordinado principalmente por el arquitecto Mario Pani, con la colaboración de José Luis Cuevas, contempló un diseño urbanístico moderno e innovador, basado en circuitos de circulación vial sin semáforos ni cruces, inspirados en suburbios estadounidenses, para optimizar el tránsito vehicular. La planeación urbana incluyó la zonificación residencial, industrial y servicios para crear una ciudad autónoma y funcional al norte de la Ciudad de México.
4. Ángela Gurría (México), Willi Guttman (Suiza), Miroslav Chlupác (Checoslovaquia), Kiyoshi Takahashi (Japón), Pierre Székely (Hungría), Gonzalo Fonseca (Uruguay), Costantino Nivola (Italia/Estados Unidos), Jacques Moeschal (Bélgica), Todd Williams (Estados Unidos), Grzegorz Kowalski (Polonia), Clement Meadmore (Australia), Herbert Bayer (Austria/Estados Unidos), Joop J. Beljon (Holanda), Itzhak Danziger (Israel), Olivier Séguin (Francia), Moahamed Melehi (Marruecos), Helen Escobedo (México) y Jorge Dubón (México). Como invitados especiales, fuera de la ruta y sin la condición de utilizar concreto, participaron

Alexander Calder, Mathias Goertiz y Germán Cueto con sus piezas para el Estadio Azteca, el Palacio de los Deportes y el Estadio Olímpico Universitario, respectivamente.

5. El Pedregal de San Ángel es parte del territorio de 80 kilómetros cuadrados que cubrió la lava del volcán Xitle y conos adyacentes, los cuales hicieron erupción hace alrededor de 1670 años (año 280 de nuestra era). Esta extensión de roca volcánica está ubicada al suroeste de la Cuenca de México. En la actualidad está prácticamente urbanizada.
6. La Zona Arqueológica de Cuicuilco es uno de los asentamientos más antiguos de Mesoamérica, fue fundado alrededor del año 800 a.C al suroeste de la cuenca de México. La estructura más emblemática es su pirámide circular, única en la arquitectura mesoamericana. Este centro ceremonial fue abandonado tras ser cubierto por la lava del volcán Xitle. (INAH, XXX)
7. Ramiro Ortiz Treviño, entrevista por Isaura González Gottdiener, entrevista personal, 05/09/2025.

Lista de referencias

Archivos

Archivo Fotográfico Manuel Toussaint. Instituto de Investigaciones Estéticas UNAM.

Acervo Histórico de la Fundación ICA A.C.

Archivo de la Dirección General de Obras de la UNAM

Archivo Histórico de la UNAM del Institito de Invetsogaciones sobre la Universoras y la Educación

Centro de Documentación Arkheia. Museo Universitario de Arte Contemporáneo de la UNAM.

Publicaciones

Acha, Juan. *Hersúa: obras/escultura, persona/sociedad.* México: Universidad Nacional Autónoma de México, Coordinación de Humanidades, 1983.

Artigas, Juan Benito. *UNAM México: guía de sitios y espacios: edificios antiguos, Ciudad Universitaria, Centro Cultural Universitario e Investigación y desarrollo*. México: UNAM, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, 2009.

Boschiero, Patrizia y Luigi Latini, eds. *El Espacio Escultórico y el paisaje del Pedregal de San Ángel. Premio Internazionale Carlo Scarpa per il Giardino 2023-2024*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2024.

Centro del Espacio Escultórico. Ciudad de México, México: Coordinación de Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México, 1978.

Chávez Santiago, Amelia. E*spacio escultórico a 25 años de su creación: reportaje: 1979-2004.* Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, 2005.

El Espacio escultórico. México: UNAM, Coordinación de Humanidades, Centro de Investigación y Servicios Museológicos, 1980.

Fernández Contreras, Raymundo Ángel. *La ruta de la amistad en la olimpiada cultural México 1968,* (tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, 2005). https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/ptd2005/01061/0350015/0350015.pdf

Kartofel, Graciela. "Arte Abstracto y Geométrico en México". *Art Nexus* (2014) https://www.artnexus.com/es/magazines/article-magazine-artnexus/5d64136590cc21cf-7c0a3bf8/91/arte-abstracto-y-geometrico-en-mexico

Kassner, Lily, coord. *El Espacio Escultórico*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2009.

Molina, Jesús. "El hormigón como materia moldeable en la construcción de esculturas." (1996) https://dialnet.unirioja.es/. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo? codigo=2767262.

Phipps, Simon. *Concrete Poetry: Post-war Modernist Public Art*. Londres: September Publishing, 2018.

Rodríguez Prampolini, Ida. 2015. "Lo mexicano en la obra de Mathias Goeritz." *Artes de México*, no. 116 (marzo), 8-25.

Sistema constructivo con carácter preventivo en hospitales de México al inicio del siglo XX

María Lilia González Servín

En las múltiples funciones de la cimentación o del fundamento en las construcciones, debe considerarse que los cimientos, como parte baja de un edificio, es un elemento de la construcción que generalmente no se ve porque se ubica debajo de la tierra, está empotrada o anclado en el suelo es la parte que soporta el peso y los esfuerzos del edificio. Bajo esta consideración solamente se le han atribuido las funciones estrictamente estructurales.

No obstante, la cimentación tiene otras funciones en la arquitectura que es imprescindible considerarlas, porque un edificio es una unidad constituida por todos los elementos que derivan en sus partes, hasta las más minúsculas interactúan en la generalidad espacial. Una diversidad de aspectos y partes que la componen, en la que es posible que se produzcan variantes que son de reconocer como parte intrínseca de la arquitectura y que son lo que conforma su estructura. Si sus partes se modifican se inicia un proceso de cambio o de consolidación; un tipo o modelo que puede identificarse para determinar una clasificación; así se han manifestado en el tiempo, generalmente a través de los estilos e incluso para definir tipologías. De tal manera que habrá que revisar otras posibilidades que estructuran a las construcciones; es decir, cómo constituyen otras funciones sus componentes. En la cimentación hay variantes que coadyuvan a reafirmar, además de la función principal, elementos que llevan a reflexionar su uso para mejorar la calidad espacial de sus habitadores.

Por ejemplo, para Vitruvio arquitecto romano del siglo I a.J., que planteaba "los aspectos apropiados en cada una de las partes de los edificios para que las habitaciones sean cómodas y sanas" (Vitruvio 2007, Libro Sexto, Capítulo VII, 151), y refiriendose a la cimentación, porque interactúa con el terreno en un sentido bioclimático, promovió hacer cavidades en los muros, dando continuidad hasta la cubierta para dejar salir el aire y la humedad que provoca daño a los edificios. "Estos pilaritos no distarán de la pared mas de un palmo: y encima se erigirán atexías desde abajo hasta lo alto de la pared, embreando primero su parte interna para que no tomen la humedad. Se dexarán también respiraderos tanto en lo baxo, cuanto arriba sobre la bóveda". (Marcus Vitruvius 1787, Libro Séptimo, Capítulo IV, 176). Principio que impulsará el desarrollo de la ventilación cruzada.

Continuando con el análisis de los textos de Vitruvio, es posible observar que él concibe a la cimentación con funciones estructurales y ambientales para evitar humedades en el interior de las edificaciones. De esa manera recomendaba utilizar la cimentación para proteger al edificio del deterioro que el suelo transmite a la construcción, como la humedad y el salitre. Hallada la salubridad del sitio para la construcción, "Por lo cual no solamente los muros externos, sino también los fundamentos, y cualesquiera paredes de mucho espesor, atadas de esta forma, no se viciarán tan presto". (Marcus 1787, Libro Primero, Capítulo V, 18).

María Lilia González Servín – Universidad Nacional Autónoma de México

Otro ejemplo que permite dilucidar las funciones ambientales y estructurales es en el estudio que lleva a cabo el renacentista Palladio (Andrea di Pietro, 1508-1580). En su tratado: Los Cuatro libros de la Arquitectura, explica con detalle la importancia de las cualidades del terreno en donde se apoyarán los cimientos de las construcciones "la base de una fábrica, esto es, la parte que está bajo tierra y sostiene todo el edificio que se ve encima". (Andrea Palladio, 2008, Libro primero, Capítulo VII, 60). Describe los tipos y las características de los terrenos y sus resistencias; igualmente deriva en recomendaciones estructurales: "Los cimientos deben ser del doble de gruesos que el muro que se construirá sobre ellos y se deberá tener cuidado de la calidad del terreno y el tamaño del edificio, haciendo los cimientos, mayores en terrenos suaves y muy sólidos en los casos en que deben soportar pesos considerables […] "en las fábricas grandes, los respiraderos dejados en el grueso de las paredes desde los cimientos hasta el techo, porque dan salida a los aires que pudieran dañar al edificio" (Andrea Palladio, 2008 Libro primero Capítulo VIII, 63). En los textos de Palladio se aprecia un reconocimiento a Vitruvio al transcribir gran parte de su obra; igualmente destacar el hacer las cavidades en los muros para ventilar los cimientos para proteger a la construcción del deterioro que le transmite el suelo. Es de suponer que en los tiempos de Vitruvio y Palladio se utilizaron pisos aislados del suelo a la manera actual de losas tapa de cimentación o pisos falsos que se hubieran podido ventilar por los costados de la cimentación, pero hubieran representado puntos frágiles para el edificio ante ataques y agresiones, igualmente para el caso de inundaciones.

No obstante, Vitruvio como Palladio presentan en sus tratados de arquitectura las funciones estructurales y ambientales de las cimentaciones; en dibujos de fachadas de edificios se muestra la parte inferior de la construcción en referencia con las oquedades que permiten la ventilación en la parte baja de las construcciones. De esa manera, uno y otro de los estudiosos, contribuyen a modificar el aspecto compositivo de las fachadas con la parte que sobresale de la cimentación; especifican proporciones y las cualidades que deben contemplarse para evitar humedades que podrían dañar a los materiales y al mismo tiempo hacen una gran contribución al diseño de las construcciones, aportando a la búsqueda de mejorar el ambiente y a motivar a aumentar la calidad ambiental de los espacios interiores. Es una premisa en la evolución de la arquitectura, especialmente en la concepción de espacios más favorables y confortables para sus habitantes, que en el caso de los edificios destinados a reestablecer la salud es indispensable. La influencia de su ideario tiene transcendental importancia, porque dejaron para la construcción principios que continúan, aunque en el último siglo se haya disminuido su empleo, se justifica una revisión del uso y del por qué eximir esas características en el tiempo.

Esa manifestación trasatlántica se incorporó en la arquitectura virreinal en América, porque a partir del siglo XVI dominó la forma europea de concebir y fabricar los espacios públicos como privados, de los que se comprenden los destinados a hospitales. El presente trabajo muestra algunos aspectos relacionados con el carácter ambiental, porque aplican mejorar las condiciones habitables de los espacios. Estructuras designadas a ocuparse para atender enfermos, aunque pocas fueron diseñadas específicamente para ello, ya que en general ocuparon construcciones adaptadas con las limitantes del uso original. De tal manera que las modificaciones que se hicieron fueron menores o con poca intervención en la composición del espacio. No obstante, se comprende un cambio, aunque en los hospitales de nueva creación fue más integral y radical la aportación, más novedosa y atrevida incorporando materiales e innovadoras técnicas. Cambios que repercutieron en la cimentación, la envolvente y su estructura; exhiben el aspecto ambiental para mejorar el confort interno.

Figura 1. Fachada del Hospital de los Inocentes en Florencia, Italia, construido en 1419-1445 por Filippo Brunelleschi, con los cánones vitruvianos aplicando ventilaciones en la cimentación

Del proceso evolutivo de la arquitectura para la salud en México, se presentan referentes que a través de tipologías exponen en este género la preocupación por asegurar aspectos que aventajaran las condiciones de habitabilidad y el apoyo en la transformación de hábitos en pro de la higiene.

Tipología de claustro

La importación de modos de producción y de distribución socioeconómica que se impuso en los territorios ocupados por los españoles en América, trajo otras maneras de hacer y de vivir en las construcciones, con sistemas constructivos y organización de composiciones espaciales bajo la tipología de claustro. Fue una manera de aislamiento respecto a las condiciones climáticas y culturales del entorno, porque en un principio fungió como refugio concibiendo las actividades y la vida cotidiana hacia el interior, organizada a través de patios. Proliferó la construcción de muros altos y anchos con escasos vanos, atendiendo que el peso de la estructura con la cubierta fuera soportado por la cimentación de manera acorde con los principios que los tratadistas mencionados recomendaban. Aseveración que fue variando en cada época del proceso histórico de México.

Entre las aportaciones que llegaron de afuera, además de organizar el espacio conforme a las referencias compositivas que traían los nuevos habitantes, fue utilizar las técnicas de los sistemas de construcción para alcanzar mayor altura y tener otra secuencia en el orden espacial; particularmente para hacer una vida de introspección y resguardo alrededor de patios. Los muros gruesos y altos fueron elaborados de diferentes materiales; entre ellos la piedra dispuesta con inclinación para que el material tomara reposo, dando continuidad a prácticas constructivas ancestrales; es decir, incluyente y sistema constructivo utilizado antes de la época colonial. No obstante, las nuevas maneras de construir y emplear la piedra, la madera y los sillares con los nuevos sistemas constructivos, permitió alcanzar mayor altura, garantizar durabilidad y seguridad. Específicamente en el caso de la ciudad de México, entonces capital de la Nueva España, debido a las características de origen lacustre del subsuelo se evitó realizar cavidades en el cimiento, pero para proteger de las humedades a las construcciones, se recurrió a la aplicación del rodapié, un zócalo que se colocó como elemento aislante en los muros bajos. De tal manera que la concepción exclusivamente estructural de la cimentación fue complementada con funciones ambientales en la variante del uso del rodapié. Éste constituyó un elemento de separación del suelo y el edificio, prolongado sobre la superficie del terreno, consideración fundamental en un terreno tan acuoso.

Las cimentaciones, a partir de las novedades que se asumieron en la construcción de los hospitales de ese tiempo fueron inspirados de las importaciones que hizo España, muchas tomadas de los tratadistas italianos; entre ellas, desplazar del suelo las construcciones, levantando los pisos para evitar el contacto directo con el suelo, además de colocar rodapiés o zócalos, para proteger de la humedad a la cimentación. De ello se documentan hospitales contemporáneos en Europa que se construyeron algunos años antes de la Conquista de México (González, Academia XXII) y que el conquistador Hernán Cortés trasladó para erigir al primer hospital formal en el Continente americano para atender a sus huestes recién establecidas en la Ciudad de México, aunque hubo hospitales en otros sitios para la atención médica durante el proceso de conquista.

Con la Conquista la ciudad quedó destruida, utilizando los materiales de las demoliciones para la reconstrucción de la ciudad de México. El Hospital de Jesús[1] se ubicó en la periferia de lo que en ese entonces fue la ciudad de Tenochtitlán, determinación contra los vientos dominantes para evitar contagios; a unos pasos de donde se ubicaba el Gran Teocalli, el Templo mayor de los aztecas. Aunque cerca aún pasaban canales navegables y bordeaban zonas fangosas, era un paraje sobre uno de los accesos a la ciudad con exuberante vegetación, por lo que se le conoció como "lugar de colibríes" y en donde se encontraron en 1519 Moctezuma el gobernante de ese momento con Cortés. Proyectado en un cuadrángulo se distribuyó uniformemente la estructura sobre el terreno.

Es de importancia recalcar que la ciudad de Tenochtitlán fue fundada sobre un islote, ampliado con el sistema de chinampas que los indígenas conocían muy bien para ganar y consolidar terreno sobre los lagos que formaban la zona lacustre del Valle de México. Sistema que seguía el proceso de desecación y consolidación para recibir el peso de las construcciones; circunstancia que debieron observar los españoles con-

juntando la experiencia con la mano de obra local a las necesidades, maneras de proyectar y construir europea. Para erigir el hospital, al igual que las primeras moradas de los conquistadores, se utilizaron los mismos materiales diestramente dispuestos en vertical para construir el primer hospital en dos plantas.

Otro fenómeno a considerar en las construcciones fue la amenaza de inundaciones por las lluvias que se presentaban año con año, muchas veces torrenciales (González, 2024), más los escurrimientos de los ríos que bajaban de las serranías que bordean a la zona lacustre elevaban el nivel de los cinco lagos y por eso la ciudad se anegaba frecuentemente. De ahí la importancia que tenía construir sobre el sistema de chinampas que permitía a las construcciones ligeras prácticamente flotar.

Para mejorar la solidez y estabilidad de las construcciones de los migrantes europeos, se dispuso cimentar madera a manera de pilotis sobre el suelo acuoso rigidizando la cimentación para distribuir homogéneamente el peso de las construcciones en el perímetro de los cuadrángulos. Solución que ayudó por muchos años, pero al cabo del tiempo la desecación de los lagos se agravó y empeorando adentrado el siglo veinte, porque los ríos se entubaron y derivó en intensificar la extracción del agua subterránea, secando el suelo más rápido, lo que afectó a edificios; particularmente del centro de la ciudad originando desplomes con hundimientos diferenciales.

El uso constante del rodapié condujo a los constructores de la etapa virreinal a su aplicación acertada en proporciones y escalas armónicas con los cánones arquitectónicos europeos para las condiciones del suelo de la antigua Tenochtitlán. Siendo la prolongación de la cimentación y la separación del suelo, el rodapié adquirió nuevas formas, proporciones y materiales que complementaban el sentido de composición horizontal y vertical de las fachadas, realzando o articulando al edificio con la superficie.

Para proteger el muro bajo se utilizaron materiales diferentes a los de la cimentación, especialmente porque fue un recubrimiento. Resalta la cantera de distintos sitios y el tezontle, pero por su porosidad limitaba su uso en el interior de los hospitales porque en sus orificios se resguardaba humedad y polvo dificultando su limpieza; además del color (rojo o negro) se relacionaba con la guerra o la muerte. Pese a ello, en fachadas exteriores se empleó como gesto de identidad que ayudaba a perder miedo a ingresar a

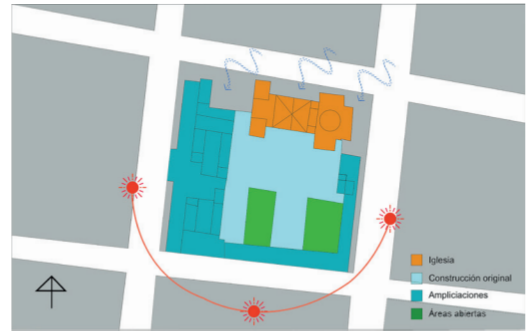


Figura 2. Conjunto esquemático del Hospital de Jesús, fundado por Hernán Cortés en 1524. Ubicación y orientación óptima aprovechar las condiciones ambientales y evitar contagios. (Fuente: María Lilia González Servín)

los nativos; era un material abundante que se suministraba de volcanes ubicados en la zona y que los constructores locales sabían trabajar. En el interior fue más conveniente utilizar rodapiés pulidos, de piedras, canteras y cerámicas. Éstas últimas aumentaron

Figura 3. Perspectiva de la fachada norte del Hospital de Jesús. Se utilizó tezontle en las fachadas de diferentes maneras, una forma de asumir una identidad local. (Foto: María Lilia González Servín, 2009)

su empleo porque eran más eficientes para su limpieza, el vidriado al fuego rechazaba el resguardo de humedades. Variante que contribuyó a enmarcar el desplazamiento definiendo la escala de la construcción. Posteriormente, ya en la vida republicana, acrecentó el uso de cerámicas en el interior, acentuado para en las salas de enfermos, cocinas, sanitarios, baños y pasillos.

Variaciones de la tipología

En el periodo de transición entre la arquitectura colonial y la arquitectura del siglo XIX, se optó por buscar soluciones más funcionales, mejor ambientadas y más ligeras para la seguridad debido a los sismos que se sufren en la ciudad de México. En la lógica de aligerar los edificios se aplicaron diferentes materiales y tecnologías constructivas, modificando la relación de la escala, de los vanos con respecto al macizo. Al hacer más esbeltos y altos los muros de carga en las edificaciones se aprovechó el espacio en vertical introduciendo nuevos materiales, se continuó reafirmando las funciones de la cimentación, la de seguridad estructural y a su vez de protegerla para evitar su deterioro.

Más tarde, ya madurado el ideario del higienismo, se recalcó la cavidad bajo el piso para pasar el aire de un extremo a otro; es decir, la ventilación cruzada para mantener, además de fresco la parte inferior de las construcciones, motivar a la limpieza y evitar que los roedores y otros animales como los arácnidos se anidaran, adquiriendo otra variante, la de un sentido de prevención. No obstante que desde Vitruvio se recomendaba elegir parajes sanos para desplazar las construcciones y evitar la cercanía con lagunas que harían pestilente a la ciudad (Vitruvio 1787, Libro 1, Capítulo IV, 14 y 15). En ese sentido, se amplió la visión para modificar otros elementos y desarrollar más integral una nueva modernidad.

Sistema de pabellones

En el ambiente de la construcción al final del siglo XIX ya imperaba el mundo de la razón, debido a una nueva visión del mundo; la salud pública se ventilaba la panacea para intervenir a los espacios públicos como los privados; se promovía a la higiene como una medida dentro de la salud pública. El nuevo ideario tuvo un papel importante para concebir otros cánones en la arquitectura. Se argumentó a favor de la salubridad la limpieza de los espacios colectivos y de la higiene personal; transformaciones tendientes a reformar hábitos de insalubridad dentro y fuera de los espacios. Entre esos aspectos, se agregó mayor cantidad de aberturas o cavidades a las fachadas para circular el aire de manera cruzada en a las distintas caras de los edificios; los huecos generan presiones renovando el aire, una consideración más integral que transformaba el volumen con su composición. Se tenían más claros los fundamentos de evitar la humedad y el frío en el interior, especialmente en las plantas bajas, remarcado en los hospitales de la nueva generación de ese entonces, incidiendo en mitigar contagios y muertes intrahospitalarias. Al mismo tiempo se concebían fachadas con un aspecto diferente con la importación, aceptación, aplicación y reproducción del formato neoclásico, que como anillo al dedo contribuyó para sancionar a la abultada ornamentación del barroco en los edificios del género para la salud.

Ya con su carta de naturalización en la arquitectura del siglo decimonono, el neoclásico se integró al catálogo de estilos, referente de la arquitectura francesa que se ponía a la vanguardia y su aceptación en México aportó a la inspiración de progreso que, en el siglo XIX, con la posición del liberalismo que se introdujo, dio impulso a la obra pública en la segunda mitad de ese siglo. fue contundente la preocupación de mejorar las condiciones climáticas en el interior

Figura 4. Instituto Médico Nacional en ciudad de México del final del siglo XIX. Se proyectó bajo los lineamientos del Código Sanitario mexicano, con oquedades en la cimentación. (Foto: María Lilia González Servín)

Figura 5. Fachada del nuevo pabellón para la Sala de Maternidad en el Hospital Juárez de la Ciudad de México, en las primeras décadas del siglo XX. (Fuente: Fototeca INAH)

Figura 6. Perspectiva de un pabellón en el Hospital de Mérida (hoy para el departamento de construcción), con orientación y ventilas en la cimentación para el clima cálido. (Foto: María Lilia González Servín)

de estos recintos, porque la arquitectura neoclásica impulsada en otro contexto, en México, ya con una estructura política dentro del liberalismo socioeconómico, pretendió borrar el pasado colonial, tratando de convertirse en la punta de lanza para impulsar una idea de la modernidad; cambio que debía mostrar una ciudad sana, de vanguardia para atraer a los inversionistas extranjeros. Lo que sucedió en pocos años.

En la construcción de edificios destinados a la salud por la beneficencia (1861), se fueron asumiendo principalmente los modelos de la arquitectura francesa, se adoptó en la construcción de hospitales el sistema Tollet, que determinaba la construcción de los pabellones para enfermos elevados del suelo, al menos setenta centímetros como mínimo, quedando incluido como lineamiento en el Código Sanitario de 1891. En el Artículo 62, determinaba que "El espacio comprendido entre el suelo y el piso de las habitaciones bajas estará ventilado hacia el exterior". (Álvarez 1960, 351 y 352)[2]. Con esta medida se garantizaba la ventilación en la parte baja de las construcciones y se evitaba la humedad y corrosión de los materiales. Lo que Vitruvio y Palladio recomendaban al hacer cavidades en los muros desde la cimentación hasta la cubierta, quedaba superado con lo establecido en el Código Sanitario Mexicano a instancias de los criterios franceses, resultando una medida ambiental y arquitectónica, recomendación de prevención para evitar el frío a las partes bajas. Lo que se convirtió en un lineamiento sancionado en el Código sanitario para las nuevas construcciones en la ciudad, lo que será aplicado en el interior del país.

Dicha norma se aplicó en todo tipo de construcciones que implicaban la aglomeración de personas e incluso en las viviendas, constituyendo el concepto de entresuelo que permitía el paso de instalaciones y facilitaba el mantenimiento al piso bajo del inmueble, convirtiendo, como un gran registro que tenía el espacio suficiente para que una o más personas maniobraran en su interior y dar mantenimiento o limpieza, evitando el anidamiento de roedores u otros portadores del tifo. De ahí la importancia de aplicar, tanto en la arquitectura como en los barrios que se generaron en el gobierno porfirista la normatividad del Código sanitario, generó opciones para ampliar la altura del entresuelo, como en las colonias de nueva creación las viviendas alcanzaron más de dos metros altura del entrepiso, formalizando el piso falso o el sótano después de 1900, cuando se inauguró el drenaje profundo. De tal manera se aprovechaban las cavidades de los muros de carga para ventilar e iluminar los espacios bajos, en varios casos pudieron ser habitados. El Código recalcó la habitabilidad y la prevención en espacios para garantizar la higiene y facilitar la limpieza. En el artículo 62, determinaba que "El espacio comprendido entre el suelo y el piso de las habitaciones bajas, estará ventilado hacia el exterior" (Código Sanitario 1891). La norma fomentó una imagen urbana con la arquitectura de ese período. Además de abonar a que el subsuelo es parte del medio ambiente y el vínculo de una construcción con el suelo, no se limita al aspecto estructural, incluye el ambiental con diversas variantes en su estructura, adicionando a la seguridad la función de prevención a la cimentación, muros y cubiertas; además de interactuar con el en-

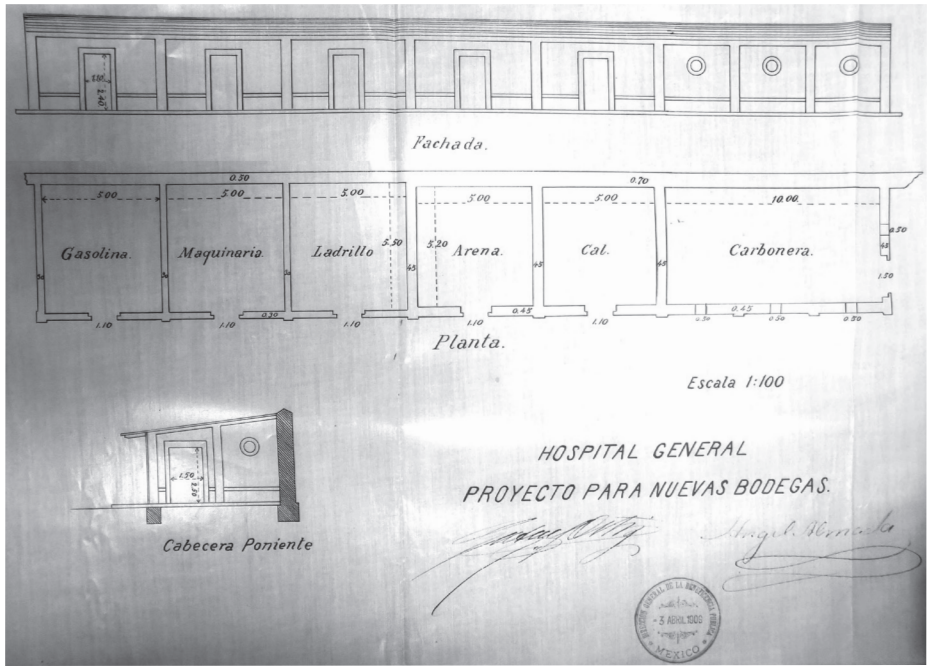


Figura 7, 8, 9. Proyecto y construcción de bodegas del Hospital General de México, ubicado en la capital del país en 1909. Los nuevos proyectos contemplaron colocar vigas de hierro que garantizaba mayor seguridad, ampliaba los claros y evitaba el anidamiento de animales y de enfermedades como el tifus. (Fuente: Archivo Casasola)

Figura 10. Fachada del pabellón de acceso al Sanatorio de Tuberculosos de Huipulco, de 1934 en Ciudad de México. Entonces continuaban los lineamientos de proteger las cimentaciones y adicionando el carácter preventivo. (Fuente: Archivo del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, INER)

torno inmediato, el que debía estar bordeado de áreas verdes frondosas para purificar el aire urbano y de los edificios.

La construcción de nosocomios con la tipología de pabellón representó la construcción de edificios más eficientes e independientes entre sí, refrenando la ventilación, iluminación y el asoleamiento por las diferentes fachadas del edificio que multiplicó la funcionalidad y composición en cada una de las caras del paralelepípedo. Integró un sistema que reconoció más funciones a la cimentación, aportando al diseño de muros y de la cubierta, con la intención lograr un mayor confort en los espacios y su conservación. En resumen, las definiciones planteadas que los tratadistas de la antigüedad asignaron a las cimentaciones, incluyó la función ambiental, posteriormente se incorporó la de carácter preventivo, impactando a las estructuras urbanas, arquitectónicas y tecnológicas.

Conclusiones

En la arquitectura generada en México en la etapa de la transición del siglo XIX al XX se produjeron interesantes experiencias que superaban las recomendaciones de Vitruvio y Palladio al intensificar las oquedades en los muros, conectando la cimentación con las cubiertas para la adecuación bioclimática de los espacios arquitectónicos, quedando superado el concepto unilateral de la cimentación como estructura, reforzando la función bioclimática e incluyendo un carácter preventivo, porque cada una de las partes de las construcciones asumieron el propósito integral de formar un ambiente que contribuyera a la recuperación de la salud en los hospitales.

La aplicación de los criterios que se hicieron a lo largo del proceso evolutivo de la arquitectura para la salud en México llevó aplicar experiencias acumuladas en otros lugares, e incorporados con la intención de mejorar sus características, no sólo de la seguridad estructural, también de prevenir enfermedades por humedades; especialmente, aportar a un mejor confort a los pacientes dentro de los recintos hospitalarios. De tal manera que desde la cimentación se continuó con las recomendaciones elaboradas por los primeros tratadistas, y ampliando el criterio con el empleo del zócalo o rodapiés para evitar humedades, especialmente en las plantas bajas, en los hospitales especialmente en salas de los encamados; a donde también la ventilación cruzada e introducción del sol ayudaron a generar un ambiente más favorable para la prevención. De igual forma la sustitución de vigas de madera por vigas de hierro contribuyeron a establecer superficies fá-

ciles de lavar; tuvieron el acierto de la higiene para la prevención, con la intención de evitar enfermedades o contagios dentro de los hospitales. Recomendaciones que se establecieron como criterios llegando a conformar normativas, con las que se sancionó a la arquitectura del final del siglo diecinueve y de las primeras décadas del siglo pasado.

Integrar a la observación, revisión y poner en valor los criterios para otorgar mejores condiciones de habitar los espacios, es otra mirada, otra manera de comprender la modernidad de esa época.

Notas

1. Fundado en 1524 como Hospital de la Purísima Concepción de Nuestra Señora.
2. Se refiere a la primera edición del Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos de 1891.

Lista de referencias

Álvarez Amezquita, José Bustamante, Picazos, del Castillo. 1960. *Historia de la salubridad y la asistencia en México*, Secretaría de Salubridad y Asistencia, México, D.F.

Boils, Guillermo. 2005. *Pasado y presente de la colonia Santa. María la Ribera*. UAM-X. México.

Creixell Moral, José. 1983. *Estabilidad de las construcciones,* CECSA, México.

Diccionario. 1981. *Diccionario de arquitectos: de la antigüedad a nuestros días*. Barcelona: Gustavo Gili.

González Servín, María Lilia. 2022. *Arquitectura para la salud en México, Tomo 1, La tipología arquitectónica de claustro en los hospitales de la Ciudad de México, de la Colonia al liberalismo*. Facultad de Arquitectura, UNAM, México.

— 2023. *Registro del sistema arquitectónico de pabellones en hospitales de América Latina, Vol. 4.* Facultad de Arquitectura, UNAM, México.

— 2024. Tabla: *Calamidades en México (S. XVI-XXI),* FA, UNAM.

Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA). 1981-1982. *Alvarez, Manuel F. Algunos escritos.* Cuadernos de Arquitectura y conservación del patrimonio artístico 18-19. México.

Kidder-Parker. 1989. *Manual del Arquitecto y el Constructor.* México: UTEHA.

Larrondo Shiels, Mario. 2004. *Arquitectura antisísmica para la zona de origen lacustre de la ciudad de México*. México: UAM-X.

— 2004 *Reciclamiento y saturación urbana. Las estructuras habitacionales flexibles*. Diseño y Sociedad. UAM. México, 2004.

Leland M. Roth. 2000. *Entender la arquitectura*. Barcelona: Gustavo Gili.

Palladio, Andrea. 2005. *Los Cuatro Libros de la Arquitectura*. México: UAM-A, LIMUSA. México.

Palladio, Andrea. 2008. *Los cuatro libros de la arquitectura*. Madrid: Akal.

Schroeter, Joao Rodolfo. 2005. *Arquitectura y forma*. México: Editorial Trillas.

Tello, Berta. 1998. *Santa María la Ribera*. México: Ed. Clío.

Vitruvio Polion, Marcus. 1787. *Los diez libros de Arquitectura*. *Traducidos del latín y comentados por Don Joseph Ortíz y Zaenz*, Madrid: Imprenta Real.

Vitruvio, Marco Lucio 2007. *Los diez libros de arquitectura*. (Traducción Agustín Blánquez). Barcelona: Editorial Iberia.

Análisis de deformaciones en estructuras históricas abovedadas de mampostería

Agustín Hernández Hernández

La presente comunicación busca contribuir a comprender las deformaciones que registran las construcciones históricas abovedadas de mampostería, tema que en la práctica profesional suele adquirir gran relevancia cuando surge la necesidad de estudiar el estado actual de dichas estructuras. El enfoque del contenido se centra específicamente en la Ciudad de México, donde por las características del suelo las deformaciones resultan de gran magnitud, debido al fenómeno de los hundimientos diferenciales que aqueja a las edificaciones de manera progresiva.

La decisión de proponer dicha conferencia en la temática de este Congreso, fue porque su enfoque histórico y constructivo resulta relevante cuando se explica el estado actual de una estructura que ha permanecido de pie varios siglos. Por lo tanto, aunque indiscutiblemente es un tema sobre teoría de las estructuras, en la academia se ha identificado que, al explicar el comportamiento mecánico de un elemento de mampostería, resulta más comprensible cuando se asocia a la evidencia histórica que brinda la realidad.

Ante esta situación, se ha observado que esta forma de proceder didácticamente resulta estratégica e ilustrativa porque los patrones de deformación que se determinan en gabinete adquieren mayor sentido cuando el enfoque, permite asociarlas con la técnica constructiva y la historia.

En el campo de las construcciones históricas de mampostería, se ha identificado que la teoría de análisis límite, explica de manera acertada la magnitud de las deformaciones y su relación con las rótulas frágiles, ello condujo al profesor Jacques Heyman, de la Universidad de Cambridge, a transformar el concepto de factor de seguridad por el coeficiente geométrico de seguridad.

Los resultados de dicha teoría coinciden con la realidad, los cuales permiten representar en posición y magnitud, la estabilidad mediante dibujos claros y expresivos. Algo novedoso que a los estructuristas convencionales les resulta curioso trabajar con esta serie de gráficas especializadas, debido a que habitualmente los fenómenos de esfuerzo-deformación, pertenecen al campo de la física. Sin embargo en arquitectura también se analizan mediante la geometría, la cual es capaz de representar de manera satisfactoria lo que revela la realidad.

Problemática

El enfoque histórico y constructivo constituye una evidencia real e irrefutable, ya que ambos argumentos permiten fundamentar un análisis a partir de hipótesis razonables. Dicha premisa en arquitectura constituye una necesidad actual, porque con mucha frecuencia durante la actividad profesional, cuando se investiga el estado actual de una construcción histórica que presenta deformaciones impactantes, sorprende a la mayoría de los técnicos, cuya formación profesional, basada en la teoría elástica principal-

Agustín Hernández Hernández – Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

mente con materiales isótropos, continuos y elásticos, suele generar varias incertidumbres, al aplicarla a una bóveda de mampostería porque al definir un esfuerzo permisible, asociandolo a una deformación permisible, les resulta confuso.

En síntesis, un esfuerzo bajo, provoca una deformación mínima. Sin embargo, cuando identifican que como consecuencia de un esfuerzo de baja intensidad, aparecen grandes deformaciones, que la construcción es de material frágil y que después de varios siglos continúa de pie, dicho mecanismo de las estructuras históricas de mampostería les resulta totalmente increíble.

Ante esta situación el concepto sobre la magnitud de esfuerzos, lo aceptan porque suele deducirse de manera rápida en todos los métodos de cálculo estructural, pero cuando revisan las deformaciones la mayoría quedan sorprendidos porque suelen asociar las rótulas al material, cuando son una expresión del mecanismo estructural del elemento y los conduce a emitir recomendaciones alejadas de la realidad. Por lo tanto, se ha identificado que faltan profesionales que sepan relacionar lo numérico con la historia de la construcción, ese enfoque es la clave para comprender las deformaciones de las construcciones abovedadas de mampostería.

Esa problemática también radica, porque durante la formación de los técnicos, especialmente a partir del siglo XX, las Licenciaturas tanto de Arquitectura como de Ingeniería carecen de una asignatura que aborde el tema sobre la mecánica de las estructuras históricas que trabajan predominantemente a compresión y que fueron construidas con sistema constructivos tradicionales. Por ello la presente comunicación busca contribuir desde nuestra experiencia a comprender el funcionamiento de las estructuras históricas de mampostería,

Análisis del proceso constructivo

En los métodos de construcción tradicionales, las bóvedas de mampostería se conforman de una serie de bloques simplemente apoyados, en la zona del arranque tienen un relleno denominado jarjante de aproximadamente la mitad de la altura y constructivamente puede interpretarse como una prolongación del capitel porque suele tener hiladas horizontales, capaz de impedir el agrietamiento prematuro. Es decir que la zona central resulta flexible y las laterales de mayor rigidez, debido a que el jarjante constituye un relleno estructural bien mamposteado. Así, ante alguna solicitación resulta el mecanismo compatible de tres rótulas (figura 1).

En consecuencia, la zona de jarjante del sistema abovedado durante el proceso constructivo, es capaz de comportase como una ménsula y continuar la bóveda a voluntad con o sin cimbra, de manera que la geometría con la técnica de construcción, propician la aparición de dos rótulas donde la solicitación mecánica cambia de fuerza cortante a flexión.

En la práctica profesional al observar los edificios deformados y dañados, podemos afirmar que la mampostería se fractura. En las bóvedas esas fracturas ocurren contiguo a la clave y aproximadamente a los 45º, porque se ha investigado que la geometría y la técnica de construcción de estas estructuras permiten definir de manera natural zonas rígidas, zonas frágiles capaces de contribuir a determinar los puntos de las rótulas.

Comprobación

A continuación, nos ocuparemos de demostrar técnicamente el enfoque que se propone, el cual constituye un tema vigente en la actividad profesional, debido a que el objetivo de una revisión estructural consiste principalmente en estimar la estabilidad que ofrece una construcción, por lo que las hipótesis y métodos de cálculo deben ser coherentes con la realidad, de no ser así, los resultados del cálculo, carecen de sentido.

Debido a la proporción de los elementos constructivos en estas estructuras, la gran magnitud del peso propio, minimiza la acción de la carga viva, por ello las fracturas en México se deben principalmente a desplazamientos de los apoyos y no a cambios en las cargas.

Para abreviar la comprobación nos basaremos en la comunicación titulada “Función estructural de los arcos botareles superiores en el equilibrio sismorresistente de bóvedas, contenida en el Volumen I de las Actas del Duodécimo Congreso Nacional y Cuarto Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción, celebrado del 4 al 8 de octubre de 2022.

Dicha comunicación desarrollada entre la página 519 a 534, se basa en el Templo de la Santísima Trinidad,

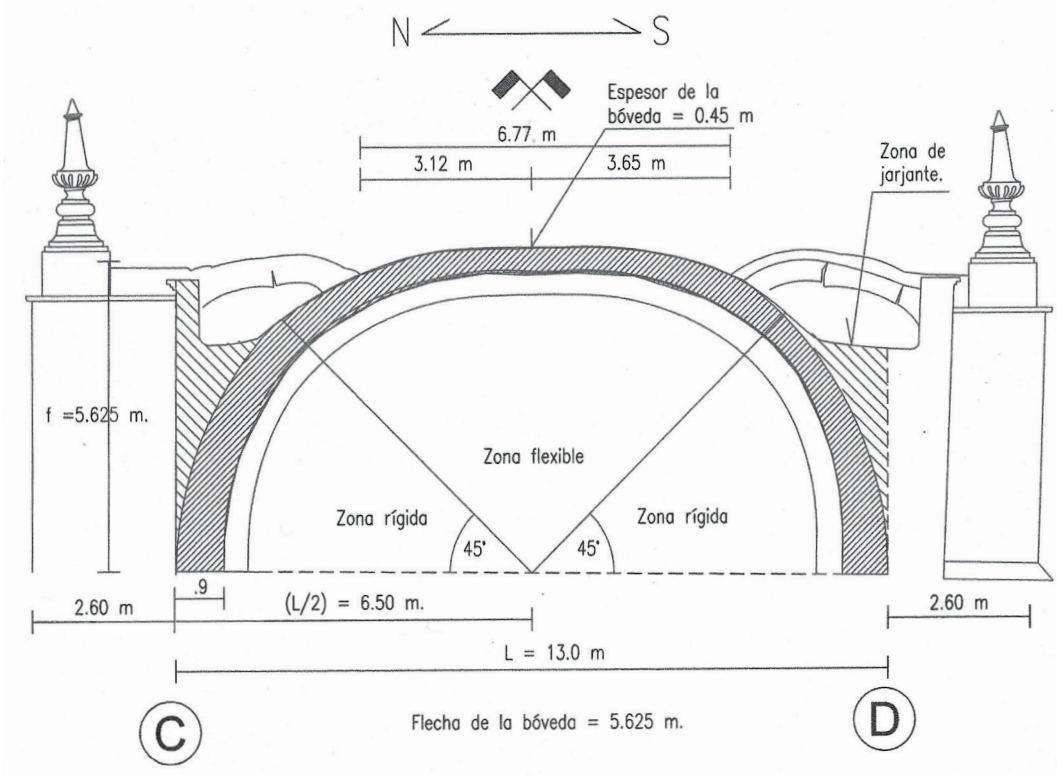


Figura 1. Determinación de zonas rígidas y la zona flexible central (dibujo del autor).

construido entre 1732 a 1780, por el Arq. José Eduardo de Herrera, mide aproximadamente 52 m de longitud y 12 m de claro libre. Actualmente la estructura registra un asentamiento hacia el sur (figuras 2 y3).

Durante la geometrización, se implementó la hipótesis que para diseñar el sistema abovedado, el Arq. de Herrera, resolvió toda la estereotomía mediante la circunferencia y empezaron a aparecer varias deformaciones especialmente en la zona central de la bóveda. Respecto al análisis estructural, primero se revisó la estabilidad de la bóveda ante cargas gravitacionales mediante el método de doble integración numérica, que permite ubicar la trayectoria del polígono funicular con buena aproximación (figuras 4 y 5).

Las deformaciones que observamos en la figura 4, no están incrementadas. Es importante compartir que cuando se inspeccionó el extradós de la bóveda en la zona central, se identificaron señales de encharcamiento de agua de lluvia, esos cambios de geometría, de aproximadamente 23 cm, sólo se pueden investigar con la teoría de Heyman, cuya magnitud advierte que las grietas no son elásticas, son parte del reacomodo geométrico y que los arcos colapsan cuando el mecanismo supera las cuatro rótulas, no por falla del material.

A continuación, se expone la manera en que se profundizó el análisis estructural, hasta llegar a cuantificar las deformaciones mediante la teoría elástica, que consiste en una serie de cuatro integraciones que suele empezar de la siguiente manera:

a). Al integrar la carga se obtiene el cortante. $\int W dx = V$

b). Al integrar el cortante se obtiene el momento. $\int V dx = M$

c). Al integrar el momento se obtiene la pendiente. $\int M dx = \emptyset$

d). Al integrar la pendiente se obtiene la flecha. $\int \emptyset dx = F$

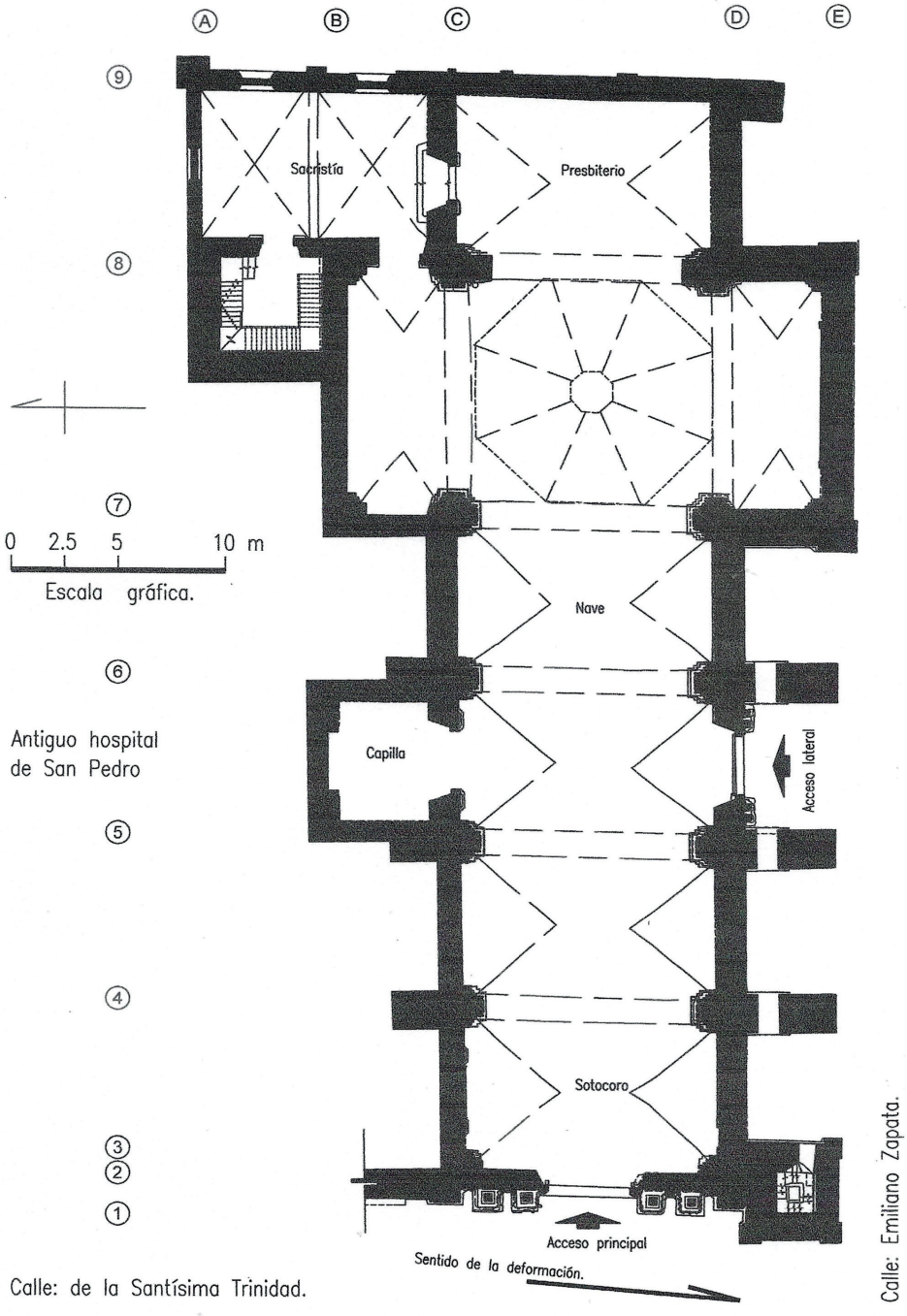


Figura 2. Planta de feligresía del templo de la Santísima Trinidad (dibujo del autor)

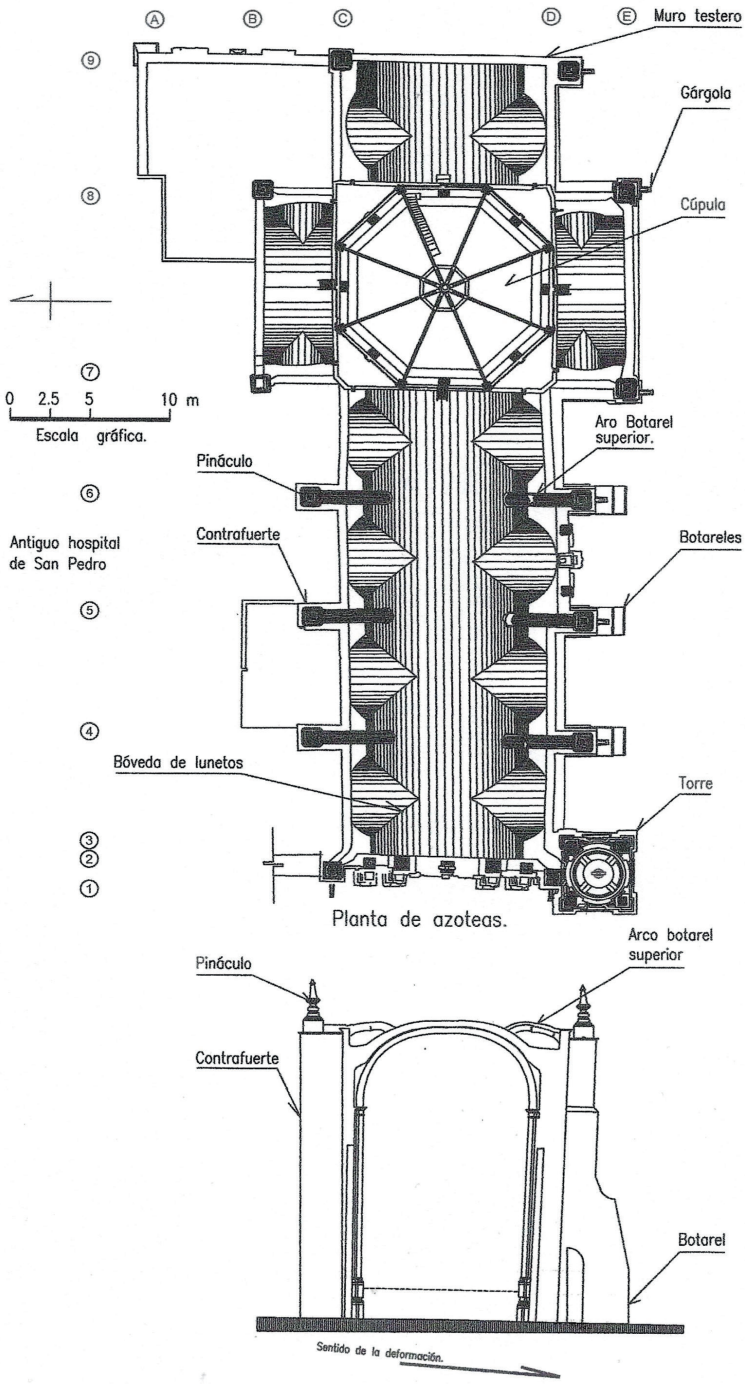


Figura 3. Planta y corte transversal de la nave visto hacia el oriente (dibujo del autor)

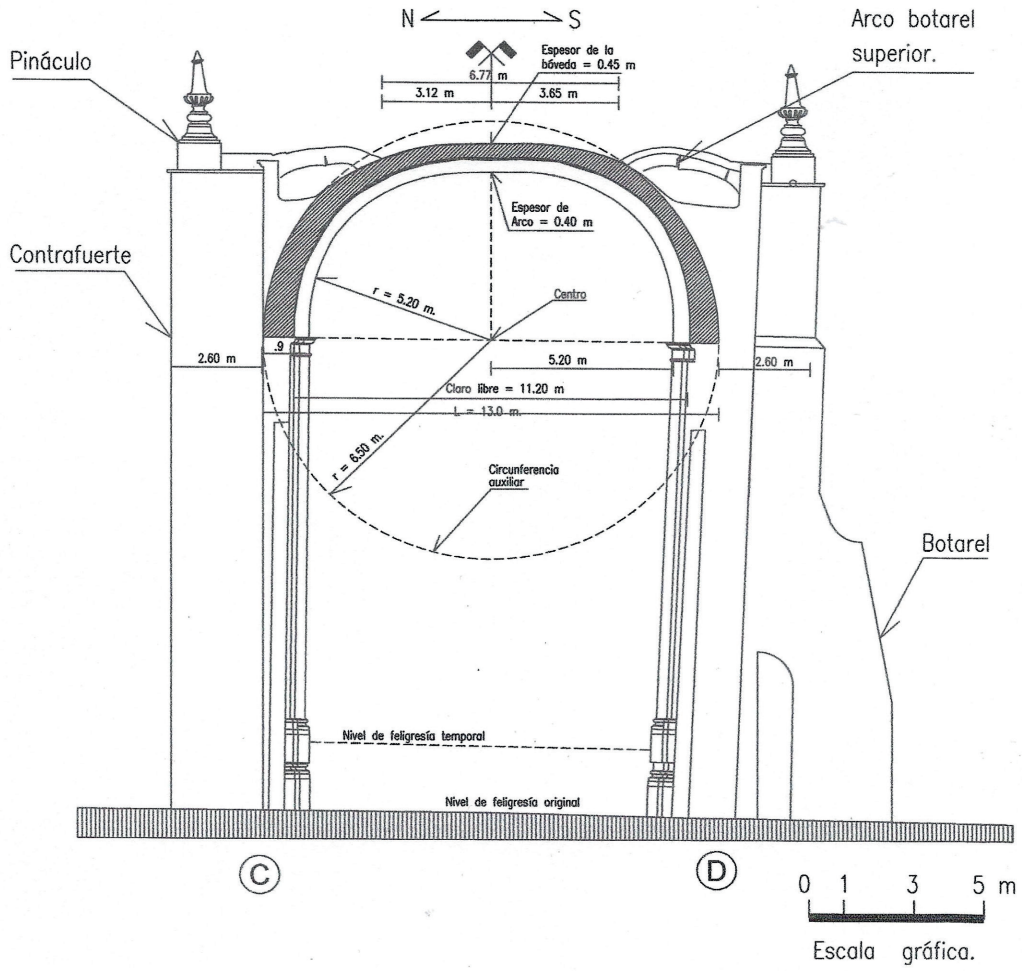


Figura 4. Geometrización de la bóveda (dibujo del autor)

De los incisos a) y b), se puede deducir que la magnitud de las solicitaciones, en la bóveda resultaron de 4,20 kg/cm^2 a compresión y 1,907 kg/cm^2 a tracción, en el punto más crítico de la bóveda. En el año 2022, se explicó que al interpretar el diagrama de momentos flexionantes, se puede asumir la siguiente hipótesis con gran aproximación que, la elástica de los momentos y las deformaciones son iguales, geométricamente con otra proporción.

El procedimiento para calcular la flecha fue formulado en el año 1860 por el ingeniero alemán Christian Otto Mohr, mediante el artificio de integración de áreas, desarrollado para el análisis de la viga conjugada, hasta determinar la magnitud de las deformaciones mediante la ecuación de la elástica que en nuestra comprobación se hizo con la siguiente expresión:

$$y = [(\int \text{flecha})/(ExI)]$$

Donde:

y =Deflexión.

$\int$flecha = corresponde a la cuarta integral.

E = Módulo de elasticidad del material.

I = Momento de inercia de la sección de la bóveda.

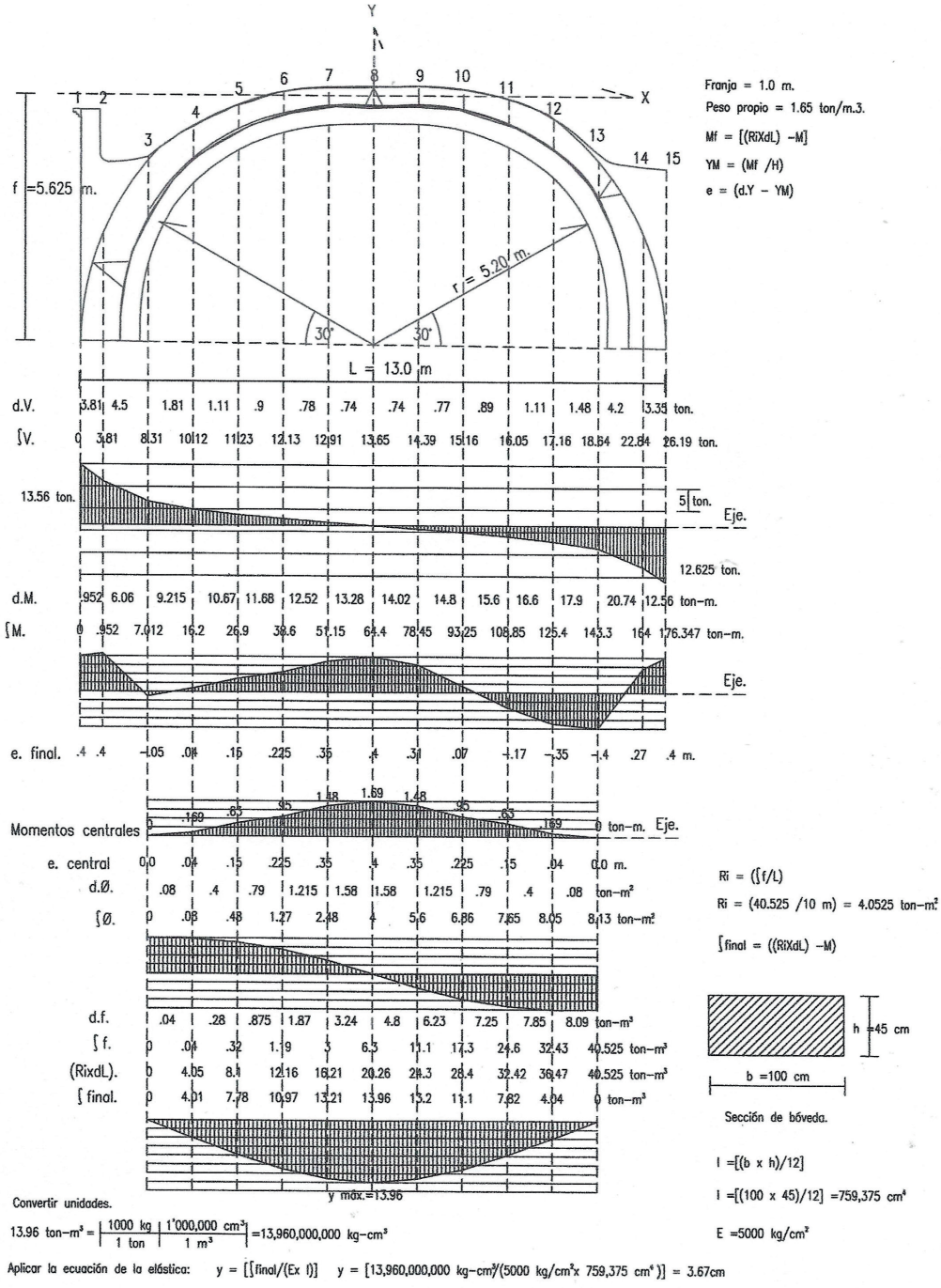


Figura 5. Cálculo clásico de deformaciones elásticas (dibujo del autor)

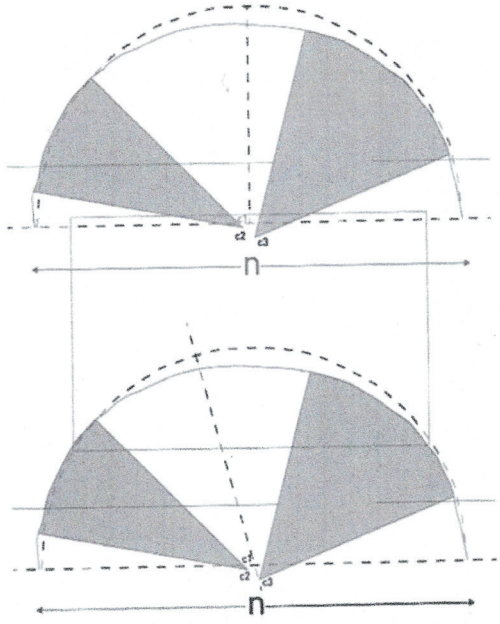


Figura 6. Determinación de los centros de curvatura de la bóveda en la nave central de la Catedral de México (dibujo del autor)

De manera preliminar, esta herramienta para calcular las flechas o deflexiones con la magnitud de momentos que ocurren sobre la directriz de la bóveda, parece ideal y al final resulta una curva continua donde se puede identificar que la deformación máxima ocurre en la zona central. Sin embargo, el campo de aplicación de esta teoría funciona principalmente para vigas continuas, construidas con material isótropo y elástico. En contraste, a lo que ocurre en el campo de las estructuras históricas porque las bóvedas de mampostería se alejan de la teoría elástica, la cual resulta insuficiente y constituye una amenaza porque los resultados están totalmente alejados de la realidad, por ejemplo:

Al sustituir la magnitud, fue y =3,67 cm< 23 cm, es decir:

La deformación elástica, es menor que la deformación real de la bóveda.

Como se puede observar, las deformaciones teóricas resultan de poca magnitud, respecto a lo que registra la bóveda, la cual supera por más de seis veces el valor de las deformaciones elásticas. Ante ello el común denominador de los estructuristas, suelen argumentar que no pasa o que no cumple con el Reglamento de Construcciones y por lo tanto es insegura, por lo que suelen recomendar reforzarla incorporando materiales ultrarresistentes y de mayor módulo de elasticidad (E), para disminuir las deformaciones, lo cual altera la mecánica de respuesta de las estructuras históricas de mampostería.

Es importante señalar que durante un incremento de luz, la bóveda encontró su equilibrio por la ductilidad que aportan las grietas, las cuales son de naturaleza plástica, como se ha podido demostrar y ha permitido cubrir uno de los objetivos de la presente comunicación, que consistió en comprobar que la teoría de cálculo que suele emplear con mayor frecuencia la mayoría de los técnicos, es incorrecta para las bóvedas de mampostería y que la mayoría de las construcciones históricas no requieren ser alteradas y mucho menos demolidas.

Para finalizar también se ofrece el testimonio geométrico sobre la investigación realizada en la Catedral de México y en la nave central, donde se confirma un comportamiento ajustado a estos patrones. Representados gracias a la comprensión de la geometría inicial y la deformada, que permite derivar las solicitaciones a que están sometidas las estructuras (figura 6).

En la Catedral de México, cuando la velocidad del hundimiento del contrarresto superó la velocidad de la nave central, las crujías del contrarresto giraron hacia afuera. Luego con la subexcavación, los arcos isostáticos pudieron reacomodarse de manera gradual sin perder su condición de equilibrio.

Estas señales que exhibe la presencia de la zona central flexible, también se puede demostrar en las cicatrices que muestran los arcos fajones. Dicho patrón de respuesta expresado mediante deformaciones, también se puede percibir desde que uno ingresa (figura 6).

Primero en el sitio se intentó determinar los centros de curvatura de la nave central, dicho radio original, sólo se pudo trazar por el paramento interior de los muros de fachada, en el resto de los arcos fajones fue imposible debido a las deformaciones del conjunto.

En la figura 6, la directriz original se representa con un arco discontinuo de medio punto. Al determinar los centros de curvatura desplazados por los semiarcos, se comprobó que los bloques conservan su

curvatura original, de esa forma los arcos isostáticos pueden reacomodarse sin perder su condición de equilibrio, debido a que el arco original trabaja a compresión y al descender la clave, cambian los centros de curvatura

Conclusión

Con la metodología empleada basada tanto en métodos numéricos como gráficos, sin perder la visión de conjunto que brinda la Historia de la Construcción, se dedujo que la ductilidad brindó la posibilidad de adaptación de la bóveda, ello ha permitido explicar la importancia de entender el mecanismo de reacomodo que poseen las estructuras abovedadas. Totalmente diferente a las estructuras resistentes por masa.

Una fisonomía típica en las construcciones del centro histórico de la Ciudad de México, son las grandes deformaciones que registran sus monumentos de mampostería que han sobrevivido por su capacidad de liberar solicitaciones de esfuerzos, a través del mecanismo de rótulas frágiles el cual depende de la estabilidad del sistema de contrarresto.

En la práctica profesional, los estructuristas debemos comprender que las matemáticas son sólo un instrumento para encontrar una explicación teórica y la realidad histórica también permite garantizar una explicación con evidencias lógicas. Esta situación pone en evidencia que en varios lugares se carecen de una metodología adecuada, de seguir así ponen en riesgo a los monumentos históricos, lo cual es muy grave.

Lista de referencias

Arnal Simón, Luis y Betancourt Suárez, Max. 2019. *Reglamento de construcciones para el Distrito Federal*. Editorial Trillas.

Creixiell del Moral, José. 1992. Estabilidad de las construcciones. Editorial Reverte ediciones. México.

Heyman, Jacques.1969. *The Safety of Masonery Arches*. Int. J. Mech. Sci, Pergamo Press., Vol II.

Huerta, Santiago. 2014. *Arcos, bóvedas y cúpulas*. Editorial. Instituto Juan de Herrera. Madrid, España.

López Carmona, Fernando y Hernández H. 2017. Agustín. Proyecto de Corrección Geométrica. Catedral y Sagrario Metropolitanos. Editorial Facultad de Arquitectura, UNAM.

Meli, Roberto. 1998. *Ingeniería estructural de los edificios históricos*. Editorial Fundación ICA. México.

Peschard, Eugenio. 1992. *Resistencia de materiales*. volumen II. Editorial Facultad de Arquitectura, UNAM.

Tonda Magallón, Juan Antonio. 1987. *Cascarones de concreto*. Editorial Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Relectura constructiva de la “Tortada” de Goerlich: estudio, análisis y clasificación de los restos de una arquitectura urbana desaparecida (Valencia, 1933–1961)

Javier Hidalgo Mora
Gracia López Patiño
Santiago Tormo Esteve

La plaza Emilio Castelar de Valencia, conocida popularmente como la «Tortada», fue una de las intervenciones urbanas más ambiciosas del arquitecto municipal Javier Goerlich. Construida entre 1933 y 1935 y demolida en 1961, representó un hito en la transformación del centro histórico de la ciudad. Su complejidad material, su breve vida útil y la posterior dispersión de sus restos la convierten en un caso de estudio singular para la historia de la construcción.

Este trabajo ofrece una lectura constructiva de la «Tortada» desde el análisis técnico y material de los restos conservados. Se ha identificado y catalogado más de un centenar de piezas de piedra caliza tallada y piedra artificial moldeada, documentando mediante fichas normalizadas y modelos digitales de alta precisión las técnicas de talla, los sistemas de ensamblaje y las soluciones estructurales utilizadas. El estudio permite reconocer en la obra una síntesis entre tradición y modernidad: estructuras de hormigón armado combinadas con elementos de cantería y piedra artificial seriada, ejecutados con una calidad y regularidad que reflejan un temprano interés por la racionalización constructiva. En conjunto, la «Tortada» se revela como un experimento técnico de gran valor documental, cuya lectura material contribuye a reconstruir y valorar arquitecturas urbanas desaparecidas.

Contexto histórico y urbano

La plaza Emilio Castelar surgió como pieza nodal de un ambicioso proyecto de apertura viaria y renovación urbana que redefinió el corazón cívico de Valencia. Concebida por Javier Goerlich (1886-1972) como una gran escenografía urbana, su trazado ordenaba los nuevos flujos de tráfico y monumentalizaba el acceso al casco histórico, articulando al mismo tiempo el entorno del edificio consistorial como nuevo centro administrativo y representativo de la ciudad (figura 1). Más allá de su función urbanística, la plaza encarnaba el ideario de modernización y progreso propio de la Valencia republicana, proyectando una imagen de poder municipal basado en la racionalidad técnica, la higiene urbana y la dignificación del espacio público. Su construcción (1933–1935) coincidió con la madurez de las primeras generaciones de técnicos y contratistas familiarizados con el hormigón armado, cuya introducción en España se había consolidado a través de concesionarios de sistemas patentados (Monier, Hennebique) y de una creciente profesionalización empresa-obra (Graus, Martín Nieva y Rosell 2017; Marcos et al. 2014).

Metodología

La metodología ha combinado el análisis documental con un trabajo de campo y registro digital de carácter

Javier Hidalgo Mora; Gracia López Patiño; Santiago Tormo Esteve – Universitat Politècnica de València

Figura 1. Plaza Emilio Castelar, en torno a 1934 (Archivo Fundación Goerlich)

exhaustivo, orientado a reconstruir el proceso constructivo y la materialidad de la plaza Emilio Castelar. Se consultaron fuentes primarias —proyectos originales, planos y memorias de Goerlich (figuras 2 y 3) conservados en el Archivo Histórico Municipal y en la Fundación Goerlich— junto a documentación complementaria procedente de prensa de época, cartografía histórica y bibliografía especializada sobre la introducción del hormigón armado y la prefabricación en España.

A lo largo de 2024 se llevó a cabo la localización, inventario e identificación de más de 300 piezas conservadas de la Tortada, dispersas en distintos emplazamientos de Valencia y su área metropolitana. Cada elemento fue documentado in situ, registrando dimensiones, materiales, huellas de herramientas, anclajes, patología y evidencias de montaje que permitieron deducir su posición original en la plaza y su sistema de ensamblaje (figura 4).

Paralelamente se realizaron levantamientos fotogramétricos de detalle de las piezas y modelados 3D mediante técnicas Structure from Motion (SfM), con escalas de trabajo comprendidas entre 1:10 y 1:50. Los modelos obtenidos, además de garantizar un registro métrico preciso, han servido para normalizar fichas, verificar geometrías seriadas y prefigurar hipótesis de restitución del conjunto. La triangulación entre fuentes gráficas, fotogrametría y análisis material permite verificar la correspondencia entre diseño y ejecución, aportando una lectura crítica de la obra

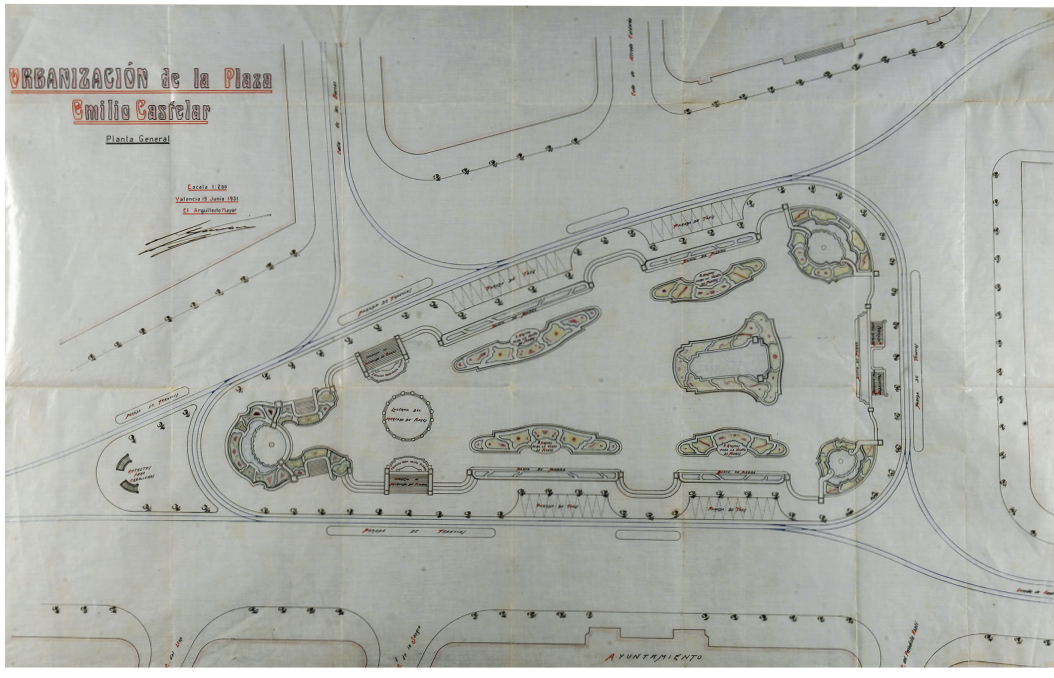


Figura 2. Plano de la plaza Emilio Castelar. Javier Goerlich, 1931. (Archivo Histórico Municipal de València. Caja nº13)

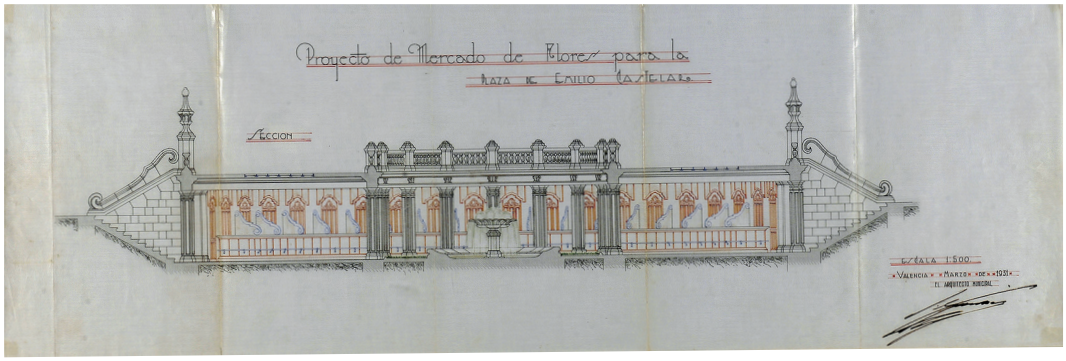


Figura 3. Plano de sección del Mercado de Flores. Javier Goerlich, 1931. (Archivo Histórico Municipal de València. Caja nº13)

desde su propia materialidad. El procedimiento se completa con la sistematización de los datos en fichas normalizadas, generadas *ad hoc*, compatibles con futuras bases de datos patrimoniales, que permiten una lectura cruzada entre información histórica, constructiva y material.

El resultado constituye una base documental y gráfica inédita que permite comprender la “Tortada” no solo como episodio urbano, sino como un artefacto constructivo representativo de la transición entre la tradición pétrea y la modernidad del hormigón armado en la ciudad de Valencia, contextualizando la obra dentro de las políticas urbanas de la Segunda República y del proceso de modernización técnica que experimentó la arquitectura pública valenciana en los años treinta.

Figura 4. Toma de fotografías de las piezas para levantamiento fotogramétrico. (Elaboración propia)

Catálogo tipológico y morfométrico de piezas

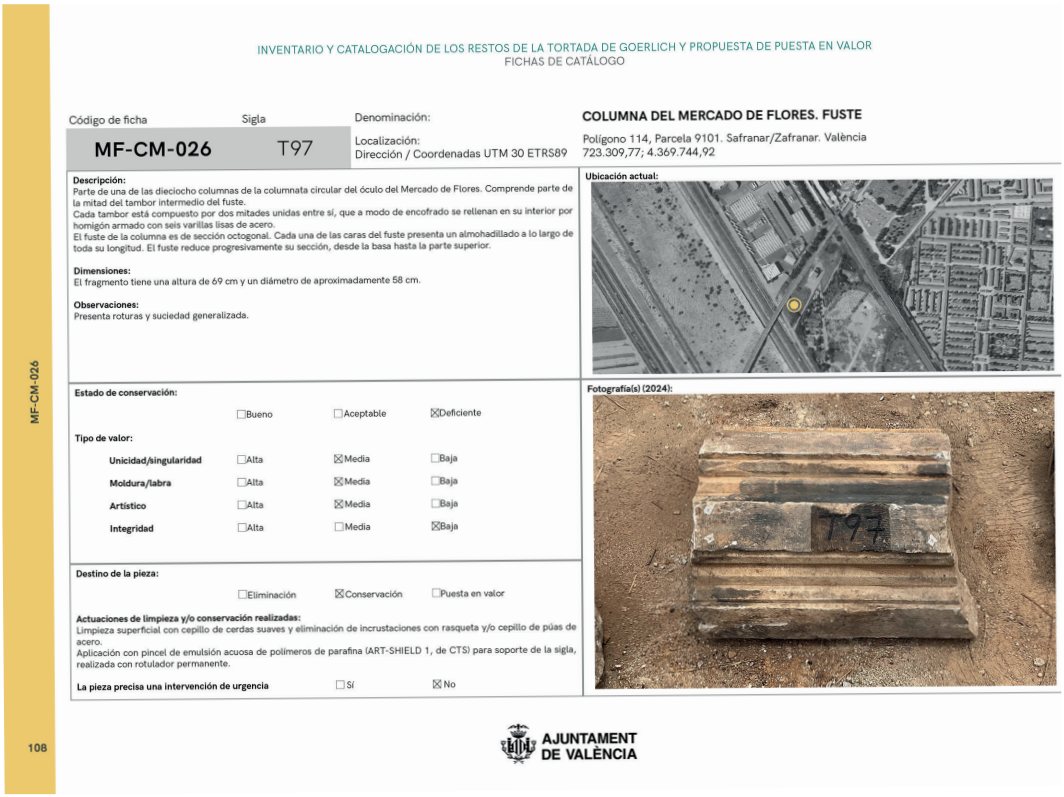
El catálogo elaborado a partir del trabajo de campo permitió clasificar las piezas conservadas en nueve familias de elementos constructivos —columnas, entablamento, escaleras, balaustradas, muros, fuentes, bancos, decoraciones, pilares y bordillos— que formaban parte del conjunto original de la plaza Emilio Castelar (figura 5).

Entre los materiales identificados destacan la piedra caliza tallada y la piedra artificial moldeada, presentes en proporciones similares y con un notable grado de precisión en su ejecución.

La documentación y el registro fotogramétrico evidencian una planificación modular y seriada, coherente con los métodos constructivos empleados por Goerlich en otras obras públicas de la época como la peatonalización del Puente del Mar (1932), donde la combinación entre la tradición de la cantería y la producción industrial define, al igual que en la Tortada, una de las claves más singulares de su lenguaje técnico y formal.

Materiales y técnicas de ejecución

El arquitecto redacta en 1931 dos proyectos distintos para la urbanización de la plaza Emilio Castelar; uno para la construcción del “Mercado de Flores” (marzo de 1931) y otro para la construcción de lo que denomina el “Macizo Central”, esto es, la plataforma elevada con todos los elementos que la componen: escalinatas, fuentes, bancos, jardineras, balaustradas, etc. (octubre de 1931).



INVENTARIO Y CATALOGACIÓN DE LOS RESTOS DE LA TORTADA DE GOERLICH Y PROPUESTA DE PUESTA EN VALOR
FICHAS DE CATÁLOGO

MF-CM-026

Código de ficha	Sigla	Denominación:	COLUMNA DEL MERCADO DE FLORES. FUSTE
MF-CM-026	T97	Localización: Dirección / Coordenadas UTM 30 ETRS89	Polígono 114, Parcela 9101. Safranar/Zafranar. València 723.309,77; 4.369.744,92

Descripción:
Parte de una de las dieciocho columnas de la columnata circular del óculo del Mercado de Flores. Comprende parte de la mitad del tambor intermedio del fuste.
Cada tambor está compuesto por dos mitades unidas entre sí, que a modo de encofrado se rellenan en su interior por hormigón armado con seis varillas lisas de acero.
El fuste de la columna es de sección octogonal. Cada una de las caras del fuste presenta un almohadillado a lo largo de toda su longitud. El fuste reduce progresivamente su sección, desde la basa hasta la parte superior.

Dimensiones:
El fragmento tiene una altura de 69 cm y un diámetro de aproximadamente 58 cm.

Observaciones:
Presenta roturas y suciedad generalizada.

Ubicación actual:

Estado de conservación: ☐Bueno ☐Aceptable ☒Deficiente

Tipo de valor:

Unicidad/singularidad	☐Alta	☒Media	☐Baja
Moldura/labra	☐Alta	☒Media	☐Baja
Artístico	☐Alta	☒Media	☐Baja
Integridad	☐Alta	☐Media	☒Baja

Fotografía(s) (2024):

Destino de la pieza: ☐Eliminación ☒Conservación ☐Puesta en valor

Actuaciones de limpieza y/o conservación realizadas:
Limpieza superficial con cepillo de cerdas suaves y eliminación de incrustaciones con rasqueta y/o cepillo de púas de acero.
Aplicación con pincel de emulsión acuosa de polímeros de parafina (ART-SHIELD 1, de CTS) para soporte de la sigla, realizada con rotulador permanente.

La pieza precisa una intervención de urgencia ☐Sí ☒No

AJUNTAMENT DE VALÈNCIA

108

Figura 5. Portada de una de las fichas del catálogo

En la memoria del "Proyecto de un Mercado de Flores sito en la Plaza de Emilio Castelar de esta Ciudad" Goerlich describe las obras a ejecutar, detallando los materiales empleados, de la siguiente manera:

> El entramado resistente, así como los cimientos y cubierta serán de cemento armado y la memoria de éste figura como anejo de la presente.
>
> Por el exterior servirá de pavimento a la cubierta, a la que dan acceso escalinatas de piedra natural con balaustradas también de sillería, un enlosado sobre cama de tierra colocado a junta abierta según el sistema alemán de construcción de azoteas. Rodeando el hueco circular de esta cubierta se colocará una balaustrada de sillería de Borriol, y lo mismo bordeando exteriormente el mercado hasta empalmar con las balaustradas que limitan el resto del macizo central de la plaza. Del mismo material serán las columnatas dibujadas en los planos.
>
> El acceso al interior se verificará por dos escaleras de mármol quedando los muros que las limitan chapados con el mismo material. A la terminación de estas escaleras mamparas de madera vieja y cristal luna dividido cada una en dos series para la entrada y salida darán acceso al mercado propiamente dicho. Este, circular, con piso formado con trozos de mármol, descubierto en su parte central y cubierto por coronas circulares alternadas de hormigón y cristal pisable, contendrá a lo largo de todo el muro interior cuarenta cuartos revestidos en todos sus paramentos y altura con azulejo de 15x15 y puertas de madera vieja y cristal impreso, también de toda la altura, de los cuales treinta y seis se dedican a puestos de venta, dos a WC y cuartos de aseo, uno a aprovisionamiento de agua, quedando el restante para el destino que a posteriori se determine.
>
> Entre las puertas de todos los cuartos se chaparán los paramentos con un zócalo de mármol de 1,80m. de altura. Los pilares centrales, también se chaparán de mármol con bases y capiteles del mismo material. En el techo se ornamentarán las vigas visibles y tanto éste como el resto de los paramentos verticales se pintarán al esmalte. En las puertas se aplicará el barniz adecuado.

> Delante de los puestos de venta correrá un mostrador chapado de mármol cuyo tablero alojará un canal de plancha de plomo revestida exteriormente de madera para colocar flores que contendrá agua permanentemente.
>
> Entre el mostrador y las puertas de los cuartos se dividirán los puestos de venta por medio de mamparas de metal y cristal luna. A los costados de las puertas y por el exterior se colocarán búcaros de metal y delante del mostrador grupos de bancos-maceteros de mármol.
>
> En el centro del Mercado y debajo de la zona descubierta se instalará una fuente de mármol rodeada por una corona circular de jardín, limitando un bordillo también de mármol. A lo largo de este bordillo y del mostrador correrán dos atarjeas destinadas a recoger las aguas del piso cubiertas con plancha de cobre perforada.
>
> En los cuartos de aseo se instalarán …

Goerlich establecía un plazo de ejecución de doce meses para las obras del Mercado de Flores y un presupuesto total de 390.666,23 pesetas, firmando el proyecto como Arquitecto municipal (aún no había sido nombrado Arquitecto Mayor) en Valencia, en marzo de 1931.

Por otra parte, en la memoria del "Proyecto de construcción del "Macizo Central" de la Plaza de Emilio Castelar de esta Ciudad", firmado en octubre de 1931, Goerlich describe las obras a ejecutar de la siguiente manera:

> Comprenden en primer lugar la del relleno de tierras necesario para que la superficie del macizo resulte horizontal y tenga la parte más alta de la rasante de la Plaza una altura sobre ella desde luego pequeña (unos 35 cm) pero indispensable para acusar la elevación del conjunto del macizo. Los muros de contención de este relleno serán de sillería y también se empleará la piedra labrada en las escalinatas y en todos cuantos elementos se proponen en la super-estructura (bancos, balaustradas, fuentes, etc.) y se detallan en los Planos.
>
> Las más importantes partidas del Presupuesto, corresponden como es lógico dada la índole de las obras que proyectamos, a la ornamentación: Esta comprende la construcción de tres fuentes monumentales en los vértices del triángulo mixtilíneo que limita la planta del macizo; en una pequeña balsa o estanque decorativo; en jardines con bordillos y bancos moldurados; en una balaustrada entre pilastras bordeando el macizo, y en la erección de 12 puestos para la venta de flores, los cuales, en el caso de que atendibles razones de competencia comercial impidieran su construcción, habrán de sustituirse por elementos ornamentales en los lugares en que aquellas se proyecten.
>
> El alumbrado del macizo y fuentes ha de guardar consonancia con el decorado del macizo y con el conjunto de la hermosa plaza en que se asienta. Hay, por tanto, que realizar una iluminación que sea comparable a las grandes capitales a base de candelabros de fundición de la mejor calidad soportando en su parte superior un globo de cristal en cuyo interior hay colocado un refractor para obtener una repartición exacta de la luz cobre todos los puntos del pavimento.
>
> La instalación deberá ser subterránea con cable subterráneo de baja tensión armado con aislamiento de papel, una capa de plomo sin costura y dos espirales de acero y una capa de yute alquitranado.
>
> Irá provista de cajas terminales para el cable y las cajas de derivación correspondientes.
>
> Las fuentes se iluminarán por reflexión con aparatos ocultos.
>
> Finalmente, el macizo tendrá pavimento de trozos de mármol a junta abierta sobre cama de tierra vegetal y en su interior alojará, además del Mercado de Flores, un grupo de retretes -de paramentos de azulejos, suelo de mármol y aparatos de saneamiento de porcelana inglesa-, y los locales necesarios para los motores y máquinas elevadoras que abastezcan de agua las fuentes.

Goerlich establecía un plazo de ejecución de doce meses para estas obras y un presupuesto total de 998.626,82 pesetas, firmando el proyecto ya como Arquitecto Mayor en Valencia a 17 de octubre de 1931.

Estos escritos revelan una concepción unitaria del conjunto, en la que la plataforma del Macizo Central y el Mercado de Flores se entienden como una obra unitaria y coherente.

El empleo de hormigón armado en la cimentación y elementos estructurales como columnas, forjados y cubiertas, combinado con fábricas de sillería labrada y piedra artificial moldeada, evidencia una voluntad de síntesis entre la tradición constructiva local y las nuevas técnicas de la arquitectura moderna europea. Goerlich no contrapone ambos lenguajes, sino que los articula en un sistema coherente y jerarquizado.

La descripción pormenorizada de materiales —piedra de Borriol, mármoles, azulejos seriados, elementos metálicos y carpinterías, etc.— refleja una cultura material avanzada, orientada a la durabilidad y a la expresividad constructiva.

El uso de pavimentos "a junta abierta" según el denominado sistema alemán de azoteas introduce

prácticas de drenaje y ventilación propias de la ingeniería centroeuropea, adaptadas aquí al contexto urbano valenciano.

Por último, la reiteración de módulos —balaustradas, bancos, jardineras o pórticos— sugiere el empleo de moldes y plantillas reutilizables, indicio de una incipiente racionalización del proceso constructivo. Esta combinación de medios tradicionales y recursos industriales sitúa la obra en sintonía con los procesos de modernización técnica y urbana que, en la Europa de entreguerras, buscaban conciliar monumentalidad y eficacia constructiva.

Conclusiones

La «Tortada» de Goerlich se revela, a la luz del trabajo realizado, como un verdadero laboratorio de técnicas constructivas mixtas donde confluyen el hormigón armado, la cantería y la piedra artificial. Su estudio confirma que fue una obra pionera en la aplicación de procesos de seriación y prefabricación parcial, anticipando soluciones constructivas que caracterizarían la modernidad española de las décadas siguientes. La elaboración de un catálogo tipológico y morfométrico de más de 300 piezas —levantadas, medidas y modelizadas con precisión— constituye una base documental inédita que abre nuevas vías para la investigación en historia de la construcción, pero también para eventuales ejercicios de reconstrucción didáctica o anastilosis parcial de algunos de sus fragmentos, siempre bajo criterios de compatibilidad material y rigor científico. La lectura material de las piezas permite además reconstruir fases de obra, lógicas de montaje y procedimientos de ejecución no descritos en la documentación original, ofreciendo una valiosa ventana al modo en que se materializó aquella arquitectura urbana desaparecida.

En conjunto, este trabajo no solo recupera el valor técnico y patrimonial de la plaza Emilio Castelar, sino que la reinterpreta como un eslabón esencial entre la tradición artesanal valenciana y las aspiraciones racionalizadoras de la modernidad española. El caso de la plaza Emilio Castelar invita, en definitiva, a reconsiderar el papel de los restos fragmentarios como fuentes primarias en la historia de la construcción moderna.

Lista de referencias

Alonso Pereira, José Ramón. 2013. Los orígenes del hormigón armado en la arquitectura española. *Labor & Engenho* 7 (2): 5–16.

Benito Goerlich, Daniel. 1992. *La arquitectura del Eclecticismo en Valencia. Vertientes de la arquitectura valenciana entre 1875 y 1925*. 2ª ed. Valencia: Ayuntamiento de Valencia.

Benito Goerlich, Daniel; David Sánchez Muñoz y Amando Llopis Alonso. 2014. *Javier Goerlich Lleó. Arquitecto valenciano [1886-1914-1972]*. Valencia: Pentagraf Editorial.

Esponda Cascajares, Mariana. 2004. *Evolución de los criterios de intervención con hormigón armado en la restauración de edificios históricos en México y en España*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

Graus, Ramon; Helena Martín Nieva y Jaume Rosell. 2017. El hormigón armado en Cataluña (1898–1929): cuatro empresas y su relación con la arquitectura. *Informes de la Construcción* 69 (546): e200. https://doi.org/10.3989/ic.16.004.

Huguet Chanzá, José. 2013. *La plaza del ayuntamiento de Valencia. 1890-1962*. Valencia: Ajuntament de València.

Llopis Alonso, Amando y Luis Perdigón Fernández. 2016. *Cartografía histórica de la ciudad de Valencia (1608-1944)*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València.

Llopis Alonso, Amando y David Sánchez Muñoz. 2018. *Javier Goerlich Lleó. Arquitectura i urbanisme a València (1914-1962)*. Valencia: Ajuntament de València.

Marcos, Iñigo; José Tomás San José; Jorge Cuadrado y Pedro Larrinaga. 2014. Las patentes en la introducción del hormigón armado en España: caso de estudio de la Alhóndiga de Bilbao. *Informes de la Construcción* 66 (534): e024. https://doi.org/10.3989/ic.13.032.

Palaia Pérez, Liliana y Santiago Tormo Esteve. 2012. *24 lecciones sobre conservación del patrimonio arquitectónico*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València.

Sánchez Muñoz, David. 2011. *Arquitectura en Valencia (1939-1957)*. Tesis doctoral. Universitat de València.

Serra Desfilis, Amadeo. 1996. *Eclecticismo tardío y Art Déco en la Ciudad de Valencia (1926-1936)*. Valencia: Ayuntamiento de Valencia.

Temes Cordovez, Rafael R. 2009. La introducción del hormigón armado y su uso como sistema estructural de la vivienda en España. El caso concreto de la ciudad de Valencia. En *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Valencia, 21–24 octubre 2009*, editado por S. Huerta et al., 1419–1431. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Verdejo, Pedro; Gracia López y Guillermo Mocholí. 2018. Caminos frustrados hacia la prefabricación arquitectóni-

ca. Estudio del sistema murario en las construcciones asociadas a la línea ferroviaria Teruel-Alcañiz. *Informes de la Construcción* 70 (550): e259. https://doi.org/10.3989/id.59141.

Vicente-Almazán Pérez de Petinto, G. y L. A. de Armiño Pérez. 2020. Centralidad y transformación del tejido urbano: la evolución de la plaza del Ayuntamiento de Valencia (1884-1929). En *IV Congreso ISUF-H: Metrópolis en recomposición: prospectivas proyectuales en el Siglo XXI: Forma urbis y territorios metropolitanos, Barcelona, 28-30 septiembre 2020*, editado por C. Llop, M. Cervera y F. Peremiquel, 1–17. Barcelona: DUOT, UPC. ISBN 978-84-9880-841-4.

Consolidación estructural en el siglo XVI: Santa María La Antigua de Valladolid y Rodrigo Gil de Hontañón

Santiago Huerta

Los informes periciales son una herramienta fundamental para comprender el conocimiento estructural de los antiguos maestros constructores. En los escasos tratados manuscritos que han llegado hasta nosotros se habla de reglas generales, pero no de cómo se aplican a casos concretos. En el caso de un informe pericial, el maestro se ve obligado a contestar a preguntas concretas y a dar soluciones también concretas. En este sentido, el documento publicado por el historiador García Chico en 1940 sobre el refuerzo estructural para la iglesia de Santa María la Antigua en Valladolid aporta una información única. Fue escrito por Rodrigo Gil de Hontañón (1500–1577), uno de los arquitectos más importantes del siglo XVI español, al final de su vida, en 1575. En su tratado, escrito hacia 1550, expone una serie de reglas estructurales y comenta la función de los arbotantes. (Huerta 2004)

Breve historia de La Antigua

Para poder interpretar el texto del informe es preciso trazar un resumen de la historia de la iglesia. La iglesia de Santa María la Antigua fue fundada, al parecer, a finales del siglo XI. Posiblemente tendría tres naves rematadas en la cabecera con ábsides románicos, pero no se sabe con certeza. Ya en el siglo XII se construyó a los pies de la iglesia la torre, una de las más hermosas del románico español; también se comenzó un claustro en el lado norte —una anomalía, pues normalmente se edificaban al sur o sureste— del que sólo se construyó un pórtico. Ya en el siglo XIII se reconstruyeron los ábsides de la cabecera y las naves del cuerpo de la iglesia en estilo gótico. Se construyeron en tiempos diferentes como muestra la variación de su orientación (distintos autores establecen distintas prelaciones), Figura 1.

El ábside central es más alto que los laterales; tiene la misma altura que la nave mayor y que el crucero que sigue inmediatamente a dicho ábside. El aspecto general de ábside y crucero se aprecia con claridad en grabados del siglo XIX. (Figura 2)

Hacia 1500 se añadió el coro alto a los pies de la iglesia sobre una bóveda tardo-gótica de nervios y ligaduras, Figura 1 (b); también en la primera mitad del siglo XVI se construyeron unos arcos rebajados de entibo o acodalamiento entre los pilares de la nave mayor. Ambos aparecen citados en un documento de 1546 que menciona «ciertos arcos de piedra que se habian hecho para asegurar la iglesia que se quería caer» (Martí y Monsó 1898: 346). El arco del coro y uno de los arcos de entibo se aprecian en una foto de finales del siglo XIX, Figura 3 (a).

Al parecer en el mismo siglo XVI se consolidó la torre románica construyendo un muro de sillería de 2,30 m de espesor y 15 m de altura en su base (ver Figura 1 (b)). En esta situación estaba la iglesia en 1575 cuando Rodrigo Gil fue llamado para informar sobre la inminente ruina de un pilar y proponer medios de consolidación (se trata del pilar del coro del

Santiago Huerta – Universidad Politécnica de Madrid. Profesor jubilado

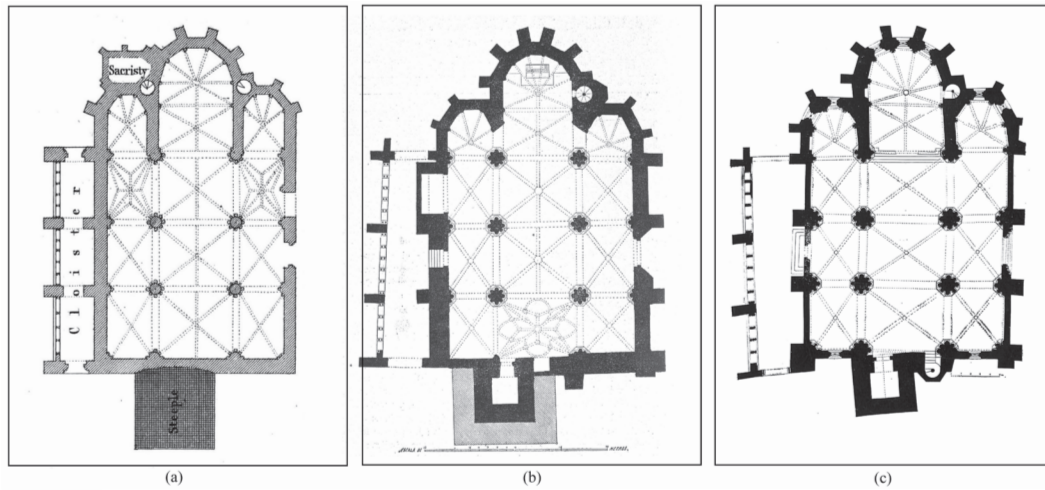


Figura 1. Plantas de la iglesia de La Antigua: (a) Primera planta publicada (Street 1869); (b) Planta de Fernández Casanova (1911); (c) Planta tras la reconstrucción de las naves en el siglo XX (García y Wattenberg 1946). Nótese la ligera desviación del cuerpo de la iglesia respecto al ábside, torre y pórtico norte. Street y Fernández Casanova regularizaron la planta.

lado de la epístola, esto es, al S estando el altar orientado al E). En 1578 hay otro documento que menciona el mal estado de la capilla de los Tovar (antes de Santa Ana) que amenazaba ruina, situada en el ábside menor del lado de la epístola: «es notorio en como esta dicha iglesia a hecho sentimiento y de cada dia lo haze mayor de tal suerte que esta muy peligrosa

e para se hundir por la parte de la capilla». (Martí y Monsó 1898: 352)

No se hundió la iglesia, y desde el siglo XVII y hasta la primera mitad del siglo XIX, se vio rodeada de edificios y capillas (Figura 2, más arriba). En la segunda mitad del siglo XIX la Antigua empieza a llamar la atención a las autoridades. En 1857, la Comisión de Monumentos aconsejó su restauración. En 1870, la Academia de San Fernando recomendó reparar la aguja de la torre y la crestería que coronaba sus muros. Tras varios años de gestiones e informes,

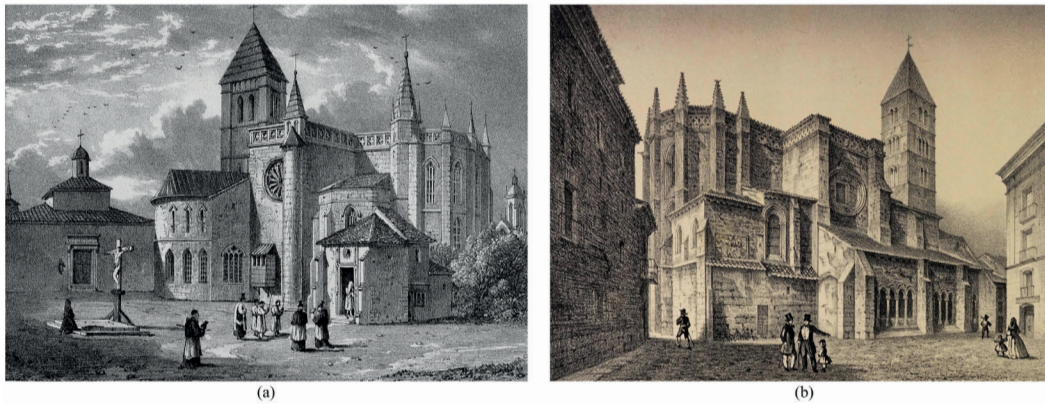
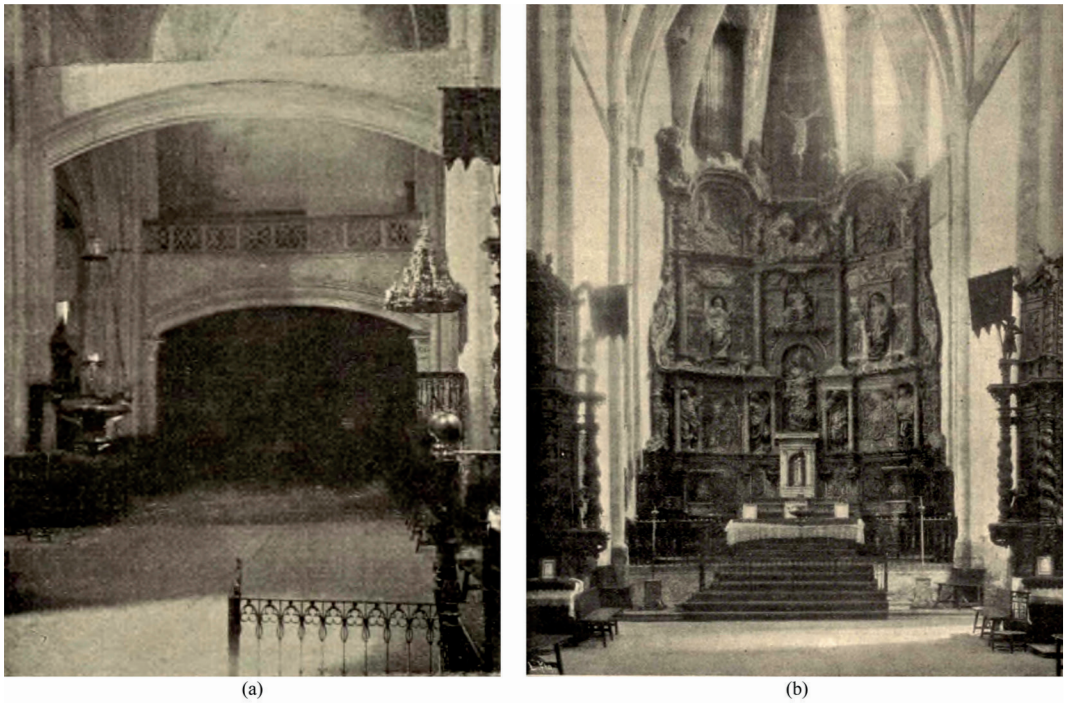


Figura 2. Vistas de La Antigua. Los ábsides están orientados al Este. Nótense las numerosas construcciones (capillas, casa rectoral, sacristía) que se fueron adosando a lo largo del tiempo. (a) Vista desde el suroeste (Locker 1824). (b) Vista desde el noreste (Parcerisa 1861)



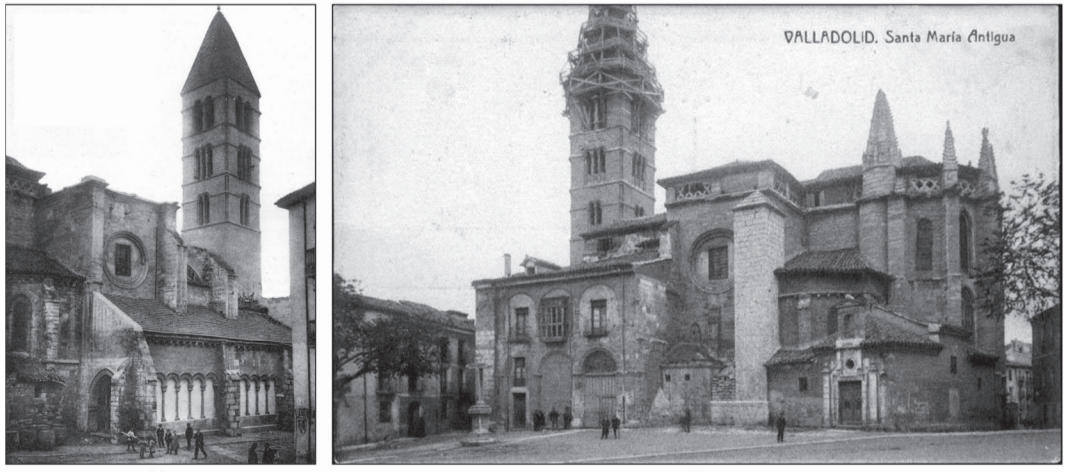
(a) (b)

Figura 3. Vistas del interior de La Antigua a finales del siglo XIX (Martí y Monsó 1898). (a) Vista hacia los pies en la que se aprecia el arco del coro y uno de los arcos de entibo. (b) Vista del ábside gótico con el retablo de Juan de Juni (hoy en la catedral de Valladolid).

la iglesia fue declarada Monumento Nacional en 1897. En 1900 el arquitecto Antonio Bermejo inició una restauración parcial. Tras su muerte en 1901, Vicente Lampérez se hizo cargo de la restauración: reformó el pórtico norte y preparó el andamio para el chapitel de la torre, Figura 4 (b). Restaba renovar las cubiertas pero, en 1904 Lampérez renuncia a seguir la obra: «la iglesia estaba ruinosa, por modo gravísimo. ¿A qué, pues, acometer la inútil renovación de las cubiertas?» (Lampérez 1912).

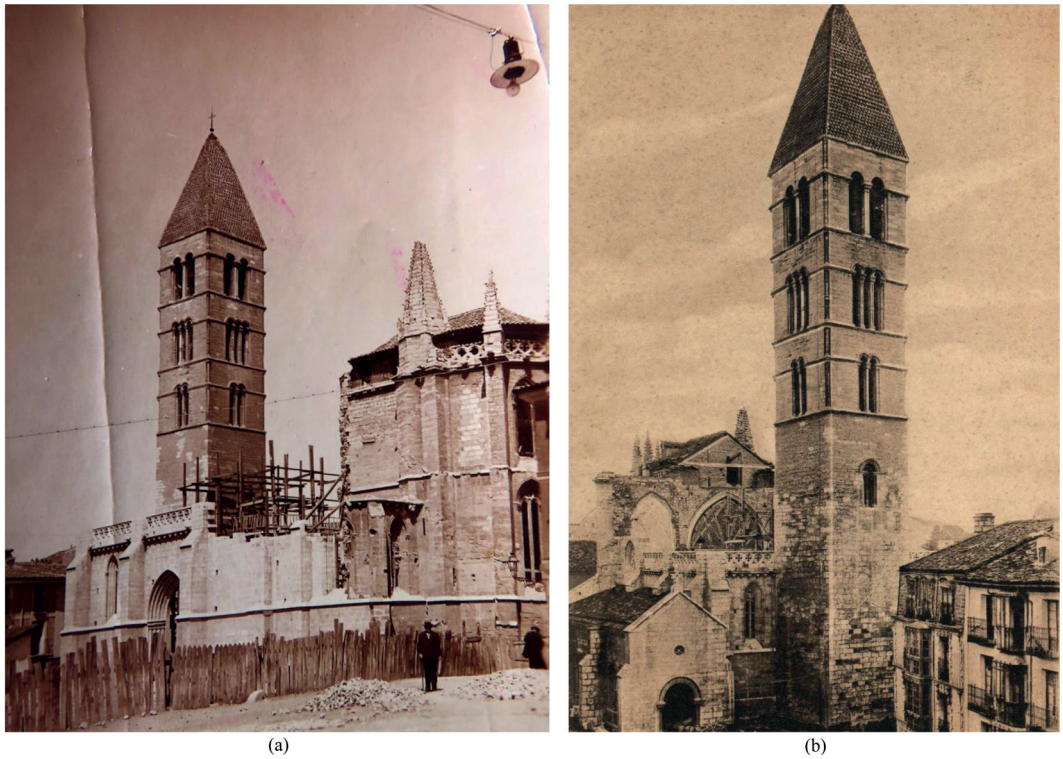
En 1908 los arquitectos Juan Agapito y Revilla y Santiago Guadilla confirmaron que, excepto la cabecera, el resto del templo estaba en «ruina inminente». (Agapito y Guadilla 1912) Ese mismo año la iglesia se cerró al culto. En1909 Ricardo García Guereta inició la restauración de la torre, eliminando el grueso muro añadido el siglo XVI. En 1911 Adolfo Fernández Casanova escribió una detallada monografía sobre la construcción de la iglesia, los daños existentes, la necesidad de demoler las naves y las pautas para una posible restauración. Finalmente, se decide la demolición de las naves, manteniendo los ábsides, la torre y el pórtico románico. Las obras empiezan en 1917 bajo la dirección de García Guereta, quien dirige también la reconstrucción en estilo neo-gótico.

Las nuevas naves respetan la planta y alturas originales de las naves, para encajar con los arcos de cabeza del ábside, que se mantuvo. La intervención es, pues, radical, destruyéndose no sólo las naves sino las capillas añadidas a los ábsides. García Guereta (1918) justifica este enfoque por el estado de ruina provocado por las sucesivas adiciones (Figura 4, (b)). Este enfoque, que conduce a la destrucción de numerosas evidencias históricas, fue duramente criticado por Torres Balbás (1933) quien cita numerosos casos similares. Las obras duran hasta los años 1930, se interrumpen con la Guerra de 1936-39, y, finalmente, la iglesia se abre al culto en 1952. (Virgili Blanquet 1981) La imagen actual de La An-



(a) (b)

Figura 4. Vistas de la Antigua a finales del siglo XIX: (a) Vista del pórtico norte; (b) Vista desde el sureste. En la torre el andamio puesto por Lampérez para restaurar la aguja. (Fundación Joaquín Díaz)



(a) (b)

Figura 5. Imágenes del estado de la Antigua durante las obras de demolición y reconstrucción, ca. 1920. (a) Vista de la reconstrucción del crucero y la capilla de la epístola. (b) Demolidas las naves puede verse al fondo el arco del presbiterio, cimbrado, y la huella de la nave del crucero. (Fundación Joaquín Díaz)

(a) (b)

Figura 6. La Antigua en su estado actual. (a) Vista desde el Sur (Wikimedia Commons). (b) Vista del interior hacia los pies. (Torres Balbás 1952)

tigua es la de una iglesia neo-gótica, correcta, pero sin alma, Figura 6.

La monografía de Fernández Casanova (1911)

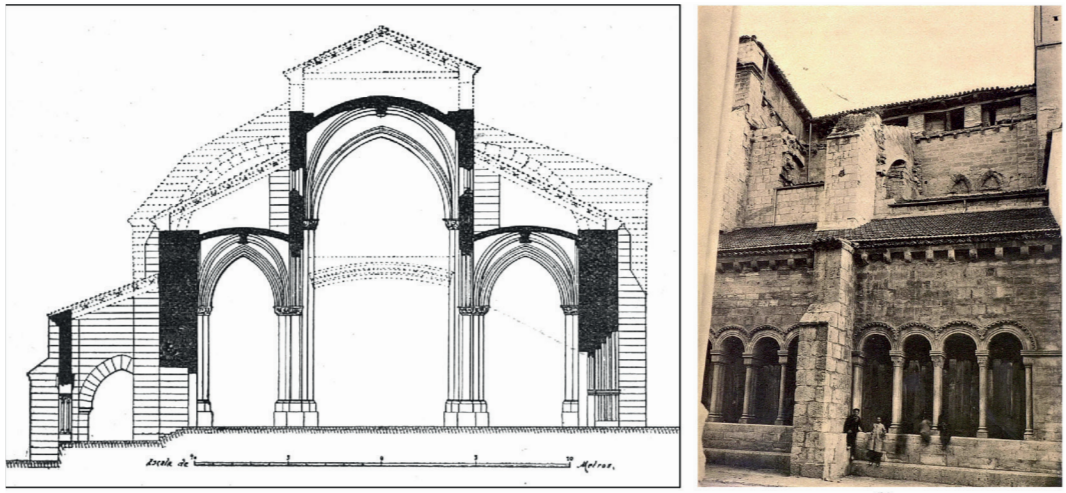
La monografía de Fernández Casanova, publicada en 1911, constituye la única fuente para conocer el estado de la Antigua antes de su demolición. Se trata de un trabajo notable por su claridad y riqueza de datos. Está dividida en cuatro partes: 1- Descripción; 2- Causas eficientes de la ruina; 3- Concepto artístico-arqueológico y 4- Plan de restauración. Nos interesan las dos primeras para inferir cuál podría haber sido el estado de la iglesia cuando Rodrigo Gil escribe su informe.

Fernández Casanova levantó la planta, (Figura 1(b), y la sección de la iglesia, Figura 7.

En esta última figura pueden verse los arbotantes que recomendó construir Rodrigo Gil, así como los citados arcos de entibo en la nave mayor. También se aprecia, tanto en la foto como en la sección, un potente contrafuerte adosado al muro de la nave mayor, que apoya en falso sobre el arco transversal de la nave lateral. Esto, según Fernández Casanova (y estamos de acuerdo con él), demuestra que el cuerpo gótico originalmente no disponía de arbotantes: los empujes de la bóveda eran resistidos por el muro y contrafuerte del cuerpo de luces; en la Figura 8 se ha dibujado una sección hipotética de la iglesia en esta situación.

La luz de la nave mayor a caras de pilares es de unos 7,5 m. Los pilares son gruesos, de casi 1/3 de la luz de espesor y poco esbeltos. Las naves laterales tienen una luz de unos 5 m, siendo la nave del lado S un poco más ancha. Fernández Casanova dice sobre las bóvedas: «cubren los tramos de altas y bajas naves bóvedas de crucería francesa de valientes y bien moldados arcos transversales y formeros apuntados y diagonales de medio punto, conteniendo la mayoría de los tramos ligaduras de espinazo longitudinales». En la planta pueden verse dibujados los nervios proyectados en planta. En el tramo del coro dibuja la tracería de nervios de la bóveda del coro; suponemos que la bóveda superior sería igual que el resto de la nave mayor.

Sobre el espesor de las bóvedas no dice nada. Midiendo en la sección se obtiene un espesor de unos 30 cm, 1 pie, que concuerda con espesores del primer gótico (en el gótico tardío las plementerías suelen tener alrededor de ½ pie). Sobre las bóvedas dice García Guereta (1923), que durante su demolición tuvo



(a) (b)

Figura 7. (a) Sección transversal. (b) Vista desde el lado norte, con el pórtico restaurado por Lampérez. (Fernández Casanova 1911)

oportunidad de inspeccionarlas en detalle, que se cubrieron «las naves con bóvedas de piedra de grandes espesores, que descansaban sobre un sistema de nervios con unas secciones enormes».

Para Fernández Casanova el estado ruinoso de la iglesia se debe a tres factores: «1. Viciosa disposición mecánica de contrarrestos de la nave mayor. 2. Defectuosa construcción material. 3. Obras posteriores de reparación y reforma».

Sobre la primera, «viciosa disposición» de los contrarrestos, resalta que el empuje de las bóvedas está resistido «por contrafuertes exteriores, cargando en falso sobre los riñones del respectivo arco transversal bajo». La acción de este peso tuvo «las naturales consecuencias: depresión de la rama de este arco sometida á su acción; deformación de los arcos transversales altos, hundiéndose de corona y corriéndose en los riñones, según el movimiento de desplome de los contrafuertes; flexión de los pilares sometidos a presiones contrarias, no bien equilibradas y actuando en puntos situados á distintas alturas, y por fin desplome de los muros exteriores». La descripción es perfecta: antes de la colocación de los arbotantes, el peso del contrafuerte, apoyando en falso, produjo un aumento del empuje del arco transversal; el muro-contrafuerte se desplomó hacia afuera y el arco se agrietó de la forma habitual con tres grietas, una en la clave y dos en los riñones, la clave bajó. El mismo empuje contra el pilar de la nave provocó una deformación en el sentido de la nave («flexión») pues este empuje debió ser mayor al que bajaba de la bóveda superior. El aumento de la luz obligó a deformarse al casco de la bóveda y Fernández Casanova menciona «grandes deformaciones en las nervaduras» y «la completa dislocación de las plementerías» que sustentan.

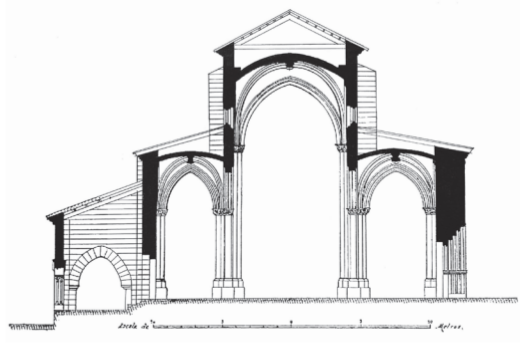
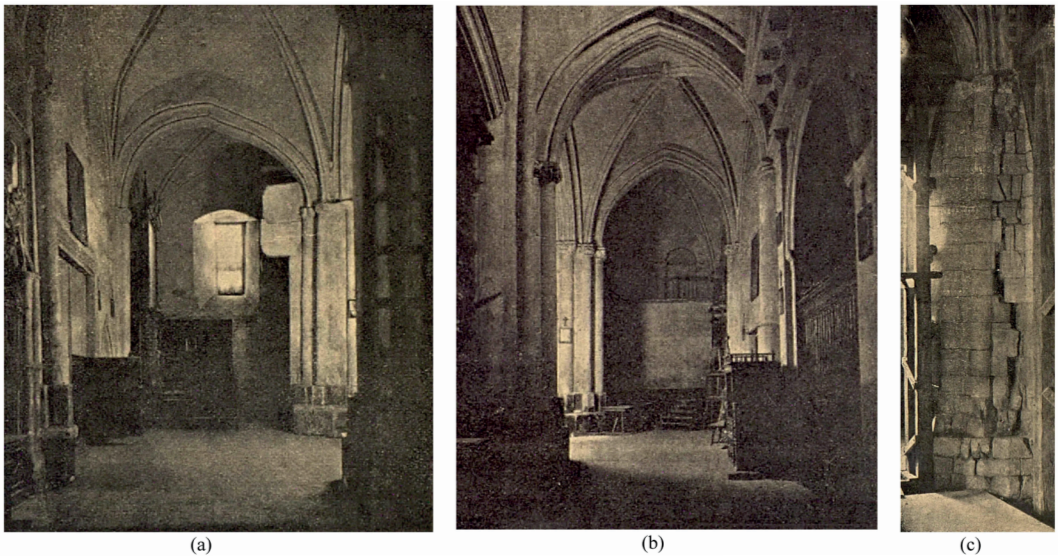


Figura 8. Sección hipotética de la Antigua antes de colocar los arbotantes, basada en la sección de Fernández Casanova

Estos movimientos produjeron en unos casos «la flexión de unos pilares» y en otros su «completa descomposición». (Figura 9 (c))



(a) (b) (c)

Figura 9. (a) y (b) Arcos transversales del último tramo de las naves laterales. La deformación del arco (a) del lado de la epístola (S) es extrema. El arco se separó de la plementería y el hueco se rellenó con un muro. En (b) la deformación es menos acusada. (c) Pilar fracturado peligrosamente por una grieta vertical. (Fernández Casanova 1911)

El segundo factor, «la defectuosa construcción material» es patente para Fernández Casanova que señala, además, que «la piedra arenisca empleada es de muy mala clase y el mortero escaso». También describe defectos graves en las cimentaciones, provocados en parte porque «se multiplicaron de tal suerte los enterramientos, que, a falta de extensión superficial, se aumentó la profundidad», descalzando las cimentaciones, y «ocasionando el consiguiente descenso y agrietamiento de los pilares y la descomposición de las fábricas que sustentan».

Finalmente, como tercera causa de la ruina, Fernández Casanova cita las «obras posteriores de reparación y reforma». Fernández Casanova afirma: «En el siglo XVI la iglesia se encontraba ya en desfavorables condiciones de estabilidad, que según un escritor coetáneo, 'parecía que quería caerse'. Entonces se aumentó la sección de algunos contrafuertes, se colocaron otros nuevos, se establecieron arbotantes para contener los empujes hacia afuera de los embovedamientos de la nave mayor, y se acodalaron los pilares de división de naves con muy rebajados arcos escarzanos, para neutralizar los empujes producidos al interior por los embovedamientos de las naves menores». Una de las intervenciones citadas es, precisamente, la propuesta por Rodrigo Gil que estudiaremos más adelante.

Según Fernández Casanova «Si bien estas obras contuvieron, por de pronto, los movimientos, no podían, en definitiva, producir el resultado apetecido, puesto que las cabezas de los arbotantes se hallaban muy por cima de la resultante de los empujes altos». Además, en el coro alto a los pies de la iglesia (construido como se ha visto hacia 1500) con un arco muy rebajado, producía «poderosas y no bien contrarrestadas presiones oblicuas» que agravaron los daños. Finalmente, en los siglos siguientes, como ya se ha dicho, se abrieron huecos y se colocaron capillas que debilitaron las fábricas de las naves. Fernández Casanova critica también el recrecido masivo de la torre que, al no estar trabado con ésta, no sólo no tenía ningún efecto, sino que favorecía la entrada del agua.

Al final de su monografía concluye que sus inspecciones «pusieron de manifiesto el gravísimo estado en que se encuentra hoy el cuerpo de iglesia . . . y la imperiosa necesidad de proceder a su demolición». Sugiere conservar los ábsides, la «bellísima torre románica» y el pórtico románico.

Informe de Rodrigo Gil de Hontañón

El informe ocupa dos páginas de texto y una traza con anotaciones y firmada por el propio Rodrigo Gil. Como se ha dicho, al parecer fue García Chico (1940) el primero en publicarlo. No aparece citado por ninguno de los estudiosos citados antes. Con posterioridad, tampoco ha recibido mucha atención. Gómez Martínez (1998: 172–173) lo recoge y comenta brevemente. Javier Ibáñez Fernández lo incluye en su inventario de trazas góticas, con descripción del manuscrito y comentario de A. Jiménez y B. Arrúe (Ibáñez Fernández 2019: 570-572). La transcripción diplomática del informe se recoge en el Apéndice 1. Este informe es uno de los pocos casos, si no el único, en que un maestro gótico describe su valoración de una estructura y propone una de consolidación ayudándose de un plano («rasguño»).

Dado que Rodrigo Gil propone, como se verá, colocar unos arbotantes es de suponer que antes no los había. Para situar la sección de Rodrigo Gil se ha reproducido a sección transversal N-S (el altar está situado el E) por el tramo que contiene la entrada, situado entre el crucero y el coro alto, mirando hacia los pies,

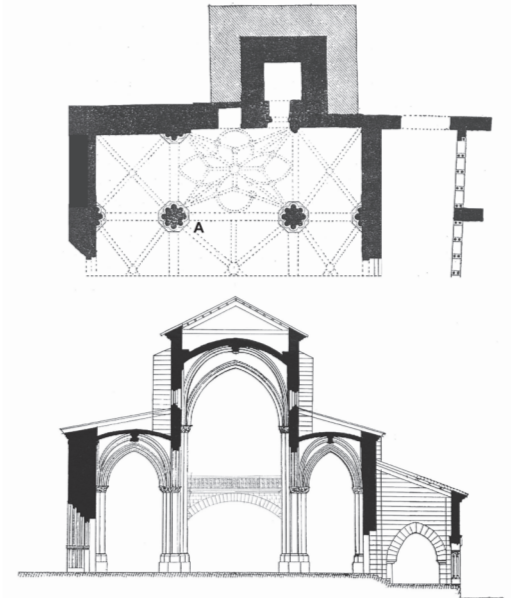


Figura 10. Estado probable de la La Antigua hacia 1570 en la zona de los pies. Se ha tomado como base la sección de Fernández Casanova, y se ha añadido el coro dibujado por Rodrigo Gil.

Figura 10. Esta figura es hipotética y se ha obtenido modificando y reorientando la Figura 8, de manera que se puede comparar con la traza de Rodrigo Gil.

El informe de Rodrigo Gil se concentra en el estado del uno de los pilares del coro del coro alto, marcado con A en la planta de la Figura 10. En lo que sigue, las citas textuales serán todas del manuscrito e irán entre comillas. Se ha corregido la ortografía para facilitar la lectura. En la Figura 11 se reproduce el dibujo; éste contiene anotaciones sobre el estado de la fábrica, las deformaciones y los arcos. Para facilitar su interpretación se han transcrito los textos en la presente Figura 12.

Rodrigo Gil empieza diciendo que ha recibido el encargo para entender «como está de peligroso y con notables sentimientos y desplanos y barriga el pilar toral de la iglesia de Nuestra Señora de la Antigua» y que con este objeto ha realizado un «rasguño», esto es, una traza o dibujo.

El pilar muestra, como puede verse en las Figuras 11 y 12 una convexidad hacia la nave mayor, una «barriga», y la parte superior del muro del claristorio está «sobre plomado», es decir, desplomado hacia afuera. Además, el arco transversal de la nave mayor ha hecho «sentimientos» en dos sitios: se ha deformado. (Como dice primero «sentimiento» y más arriba «otro» [sentimiento] y dibuja en ambos casos una línea irregular que atraviesa el arco, con seguridad se refiere a grietas de articulación: giros en ellas producen los «sentimientos», movimientos o deformaciones.)

A continuación explica que los daños, «defectos notables en el edificio» se deben «a la mala fabricación y defecto del arquitecto y del material piedra que no es firme». La mala ejecución «fabricación» (el deficiente trabajo), el «defecto» (la incompetencia) del arquitecto y la mala piedra, demasiado blanda, «que no es firme» (elegida por el arquitecto), son la causa del estado ruinoso del pilar. En el dibujo Rodrigo Gil añade que la «fábrica está movida», «corrompida» y señala la «barriga» del pilar. En efecto, si la piedra no es buena y el núcleo de la fábrica no está bien aparejado y con poco mortero, es fácil que el pilar se deforme más de lo habitual (la concavidad se observa en muchas iglesias con naves a distinta altura; sólo cuando la fábrica está muy degradada esto supone un riesgo).

Rodrigo Gil propone dos actuaciones para estabilizar el pilar con urgencia pues en la iglesia «no hay ninguno tan peligroso ni que tanta necesidad tenga

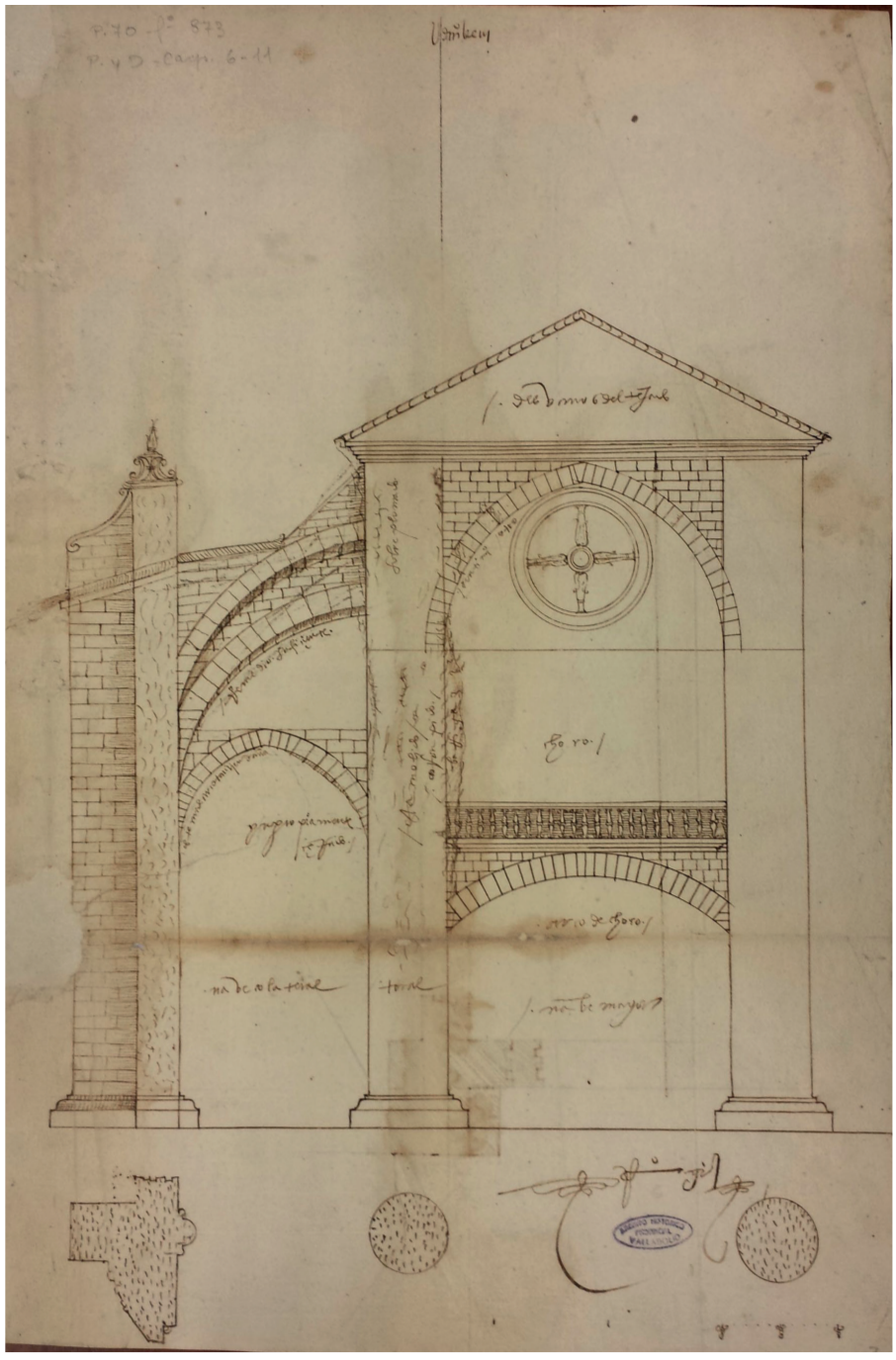


Figura 11. «Rasguño» de Rodrigo Gil para explicar el estado de la fábrica y su propuesta de intervención. (Archivo Histórico Provincial de Valladolid. Sección de Mapas, Pergaminos y Dibujos, Carpeta 6–11)

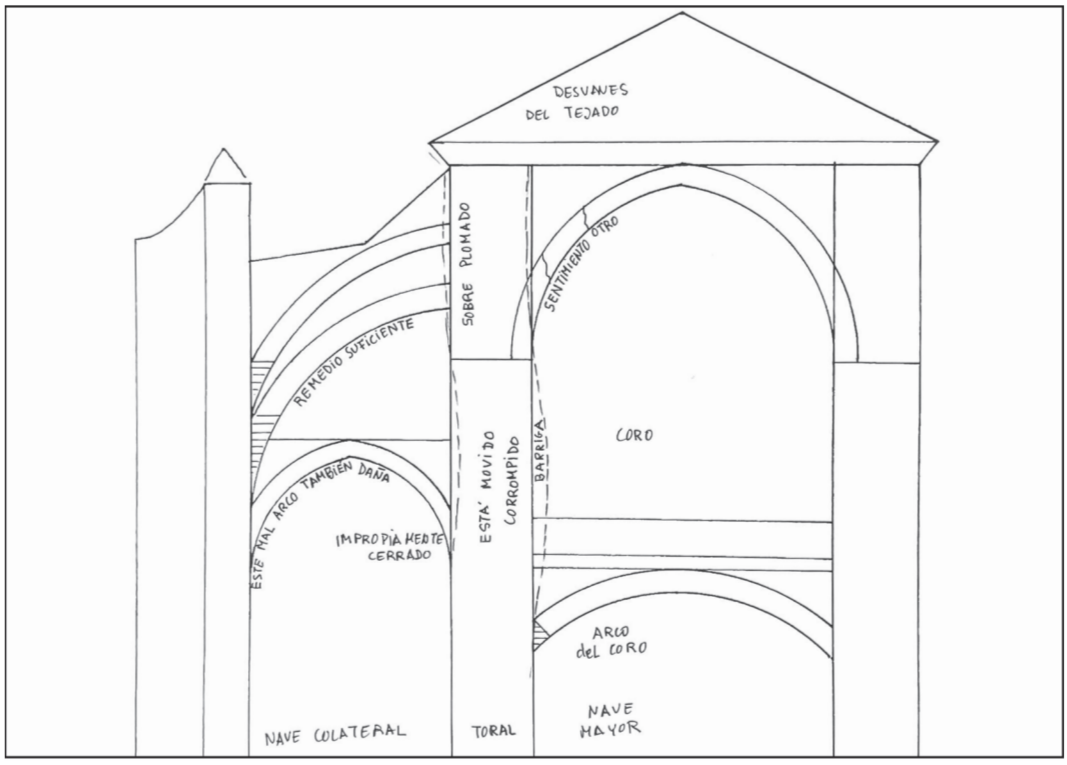


Figura 12. Transcripción de los textos del dibujo de la Figura 11.

de ser remediado, y con brevedad asegurarle y dejarle firme».

Primero se debe apear el pilar y las bóvedas que le acometen. Después se deben construir los cimientos para un nuevo estribo que se enjarjará a la pared embutiendo sus piedras en ella cada tres hiladas. El nuevo estribo tendrá la forma y el tamaño del dibujo que está a escala (la escala gráfica, en pies, está situada en el extremo inferior derecho del «rasguño»).

Para apear el pilar y las bóvedas adecuadamente dice que «se harán primero sus apoyos cimbras y cámara [¿entablado?] de madera. Después dice que se ha de excavar y preparar «los fundamentos y cimientos». Advierte un poco más adelante «que se funde [cimente] este estribo sobre lo firme [suelo firme] todo lo que nuevo se hubiera de hacer». Es decir, en realidad se propone reforzar y regruesar el contrarresto existente. Establece que este «estribo que de nuevo se ha de hacer» tiene que ser «conforme al rasguño» y precisa que así debe ser tanto su «salida fuera de la línea de la pared» como «en ancho y grueso por la frente y con el mismo alto que se contiene en el citado rasguño».

En el dibujo se representa este estribo en alzado y sección horizontal; nótese que el estribo está al lado de la puerta de entrada (Figura 10) y que se dibuja en planta su arquivolta. Otro aspecto curioso es que, aunque el texto no lo menciona, en el dibujo se presenta la evacuación de aguas por una canal que primero discurre sobre el muro encima del arbotante superior y después atraviesa el muro y el contrafuerte. Evidentemente la correcta evacuación de aguas es fundamental para la conservación de la fábrica.

Finalmente advierte que el nuevo estribo debe estar bien «ligado», enjarjado, con la pared y «cuarto pilar». Esto último, el «cuarto pilar» no sabemos bien a qué se refiere. Quizá sea a la media columna adosada a la pared que sobresale por el interior, como se ve en la planta del estribo. En cualquier caso, insiste en que debe estar bien enjarjado «por la

parte de dentro al menos de en tercera hilada». Al construir el nuevo estribo es preciso embutir piedras o tizones en el núcleo de la pared al menos cada tres hiladas. ¿Qué significa esto? Quizá se refiera un tizón cada dos hiladas, si consideramos la primera ya como un tizón, formando el equivalente a un aparejo de mayor y menor que se embute en el núcleo de mampostería del pilar.

Tras precisar el refuerzo del pilar y la construcción del estribo, trata sobre el arco transversal de la nave colateral que, empujando sobre el pilar ha formado la barriga antes citada: «Porque este arco colateral ofende y hace hacer al dicho pilar toral parte de la barriga y desplomo que tiene». En el dibujo Rodrigo Gil escribe «este mal arco también daña» y, a la altura del arranque, «impropiamente cerrado» (Figura 12). Para resolver esta situación Rodrigo Gil propone: «que el arco colateral que ahora está hecho se baje su punto y capitel lo necesario» de manera que «venga su punto a conformarse con el antepecho de la baranda del coro, que ahora está hecho». Sabemos que el coro se construyó hacia 1500 (la tracería de la bóveda, una bóveda de terceletes con combados, dibujada por Fernández Casanova, es muy típica en la primera mitad del siglo XVI en Castilla).

Entonces, antes de su construcción, el empuje del arco transversal de la nave lateral, que recoge el de la bóveda, habría producido ya la barriga que menciona y dibuja Rodrigo Gil. Construido el coro, parecería que su empuje bastaría para impedir que creciese la deformación. Pero, posiblemente, dado que la fábrica está «corrompida», Rodrigo Gil prefiere asegurarse y bajar el punto de aplicación del empuje. Esto, por supuesto, implica construir otro arco debajo del existente de manera que su clave, «punto», esté la altura del antepecho y se bajen convenientemente sus arranques, «capiteles». El único documento que tenemos sobre este arco antes de la demolición de 1917 es la foto que incluye Fernández Casanova, Figura 10 (a). La calidad no es buena, pero se aprecia un muro por encima del arco que lo conecta con la plementería. Sin embargo, en el otro arco colateral no se aprecia ningún muro. (Otro aspecto a considerar, es que el coro dibujado por Rodrigo Gil no se corresponde con el que aparece en la foto de Martí y Monsó, Figura 3 (a) mucho más rebajado. ¿Es posible que Rodrigo Gil dibujara mal el coro que estaba ante su vista? ¿O quizá trazó el arco del coro con un radio más cómodo, pudiendo apoyar la puna del compás en el papel?

A continuación se refiere a la bóveda de la nave mayor: su empuje es lo que ha producido el mayor daño al pilar toral: «lo que más daño hace al dicho pilar es el arco de sobre el coro con su bóveda, y de aquí viene todo el perjuicio que ha venido al dicho pilar toral». En efecto, en el dibujo se aprecia que la cabeza del pilar se ha movido hacia afuera, y Rodrigo Gil escribe «sobre plomado», esto es, fuera de plomo, desplomado. Para impedir que este movimiento avance, sugiere que «para su remedio y seguridad se han de hacer arbotantes dobles según y conforme al dicho rasguño». Como hemos visto, Fernández Casanova critica la posición de los arbotantes, por encima de el punto de aplicación del empuje de la bóveda, pero, si se trataba de asegurar el muro que se vence hacia fuera, la posición es correcta.

Este remedio será seguro si los arbotantes estás dispuestos y cargados, conforme al dibujo y siguiendo la escala, «pequeño pie», que en éste figura: «será suficiente sin duda, y muy bastante seguridad para el dicho pilar, siendo cerrados y cargados los dichos arbotantes conforme dicho rasguño, y todo hecho conforme y en proporción según el pequeño pie que queda señalado en este rasguño». En el dibujo escribe debajo del arbotante inferior «remedio suficiente» (Figura 12).

Rodrigo Gil dibuja dos arcos, «arbotantes»: el inferior sí que está, aproximadamente, en el punto de aplicación del empuje. El superior serviría para asegurar la cabeza del muro. Además, como ya se ha dicho, también sirve para soportar un muro triangular con la canal para desaguar el tejado. Los muros entre los arbotantes y el muro superior, dibujados de sillería por Rordigo Gil, hacen que los arcos puedan resistir cualquier empuje, pues éste se puede transmitir, saliéndose de los arcos si fuera necesario, hasta el estribo exterior. Su peso, además, aumenta el empuje «pasivo» de los arbotantes contra el muro, contribuyendo a centrar el empuje inclinado de la bóveda dentro del pilar.

A continuación, Rodrigo Gil afirma que este remedio se puede usar para el otro pilar del coro, o alguno otro, pues es una solución económica y que, si se hace con «arte», no parecerá un «remiendo» sino que mejorará la estética del edificio: «Y cuando se huviere de tratar del remedio del otro pilar, o de alguno de ellos, debe ser por la susodicha [manera] porque es remedio de no mucha costa, y muy firme, y puesto en arte no parecerá remiendo, antes edificio gracioso».

(De hecho, Fernández Casanova menciona tres arbotantes en la iglesia.)

Rodrigo termina su peritaje recomendando, para que la obra se ejecute bien, a un maestro conocido suyo, a Francisco del Río: «Para se hacer bien hecho yo lo he comunicado muy particularmente con Francisco del Río, y en Dios y mi conciencia que no entiendo que ninguno lo haga mejor que él». Repite con énfasis que le deben creer «porque ante Dios digo verdad» y advierte que «esta obra no es de dar a destajo por muchas razones que vuestras mercedes colegirán mejor que yo». Que se le dé a Francisco del Río «un salario competente» para que él «provea de oficiales que labren y asienten» y que «dé orden que la piedra sea firme», y que ordene «los marcos [las plantillas para la labra] y tamaños que han de tener las piedras». También recomienda que «a los oficiales se les pague . . . lo que justo fuere», y «a los peones lo mismo». No es ningún secreto que, entonces y ahora, si se quiere una obra de fábrica bien hecha, hay que elegir un buen maestro y no racanear con los sueldos de oficiales y peones.

Termina diciendo: «Y por que esto me parece conviene al bien del edificio y [al] servicio de Dios y de vuestras mercedes, lo firmo de mi nombre en Valladolid a 20 de agosto del año de 1575».

Conclusiones

El informe de Rodrigo Gil es un modelo de lo que debe ser un informe pericial. Tras la inspección de la iglesia, identifica donde se concentran los problemas: en este caso es uno de los pilares del coro. En la inspección, su ojo experto detecta un mal proyecto, mal ejecutado con una piedra demasiado blanda. Se centra en el elemento que presenta mayores problemas: el pilar del coro, del lado de la epístola, a los pies de la iglesia. Describe sus deformaciones: hacia dentro una pronunciada barriga, por arriba el desplome hacia fuera. También y la extrema degradación de la mampostería del relleno.

Lo primero, dado que la fábrica amenaza ruina, es descargar el pilar apeando las bóvedas. Después, indica que es preciso reforzar el contrarresto que, originalmente demostró ser insuficiente. Para ello, primero hay que excavar y encontrar el firme, y después construir las cimentaciones. Como el estribo nuevo, para que sea eficaz, debe enjarjarse cuidadosamente con el muro existente, indica la colocación de tizones cada tercera hilada.

La barriga del pilar se debe al empuje del arco colateral. Para remediar lo que considera un grave peligro, sugiere situar el arco más abajo, de manera que esté a la altura del arco del coro.

Para asegurar la cabeza del pilar, que se desploma hacia afuera, pide que se construyan arbotantes dobles, de manera que el pilar, y el muro correspondiente, esté asegurado en altura suficiente. Los dibuja a escala e indica cómo se han cargar con los muros. El superior se remata de manera que, además, sirve para desaguar la cubierta. La canal protege además la fábrica del arbotante. Así mismo dibuja el remate del estribo y del talud superior del contrafuerte. Después, indica que esta solución, descrita con todo detalle, se puede aplicar al resto de los pilares de la nave.

Finalmente, insiste que la obra se debe encargar a un maestro muy competente (y recomienda uno), pues no es obra que se pueda contratar «a destajo», y que se paguen a oficiales y peones los salarios correspondientes.

En un caso semejante, yo no dudaría en seguir todas y cada una de las recomendaciones de Rodrigo Gil. No hace falta un programa de ordenador. Sí hace falta la experiencia necesaria para comprender los problemas.

***

El pilar objeto del informe de Rodrigo Gil se sitúa en la parte sur de la iglesia. Resulta interesante que a los pocos años, en 1578, se convoca al mismo Francisco del Río para informar sobre la capilla de los Tovar, antes de Santa Ana, situada en el ábside lateral del lado de la epístola, esto es, en el mismo lado Sur de la iglesia. Martí y Monsó recogió el protocolo correspondiente, que se reproduce en el Apéndice 2. Este documento parece demostrar que casi todo el lado Sur de la iglesia estaba comprometido. Pero hay que tener en cuenta que, en disputas legales, a veces se exageran los términos con vistas a obtener ciertos resultados. En este caso, la iglesia quería que los Tovar corrieran con el gasto, no sólo de asegurar la capilla sino toda la parte adyacente de la iglesia. Desconocemos cuál fue la respuesta de la familia Tovar. Se ha transcrito el documento correspondiente en el Apéndice 2. Esperemos que se encuentren otros documentos que permitan conocer mejor la agitada historia de la Antigua.

Apéndice 1

Informe de Rodrigo Gil sobre cierta obra de la Antigua

Archivo Histórico Provincial de Valladolid. Texto: Sección de Protocolos n° 70, f. 873. Traza: Sección de Mapas, Pergaminos y Dibujos, Carpeta 6–11. Transcripción de García Chico 1940: 17–18; revisada)

Ylustres señores

yo he hecho, por mandado de vuestra merçed un rasguno | para dar a entender como esta peligroso y con nota|bles sentimientos y desplanos y bariga el | pilar toral del coro de la higlesia de Nuestra Se|nora de La Antigua. Y dado caso que en la dicha | higlesia, por la mala fabricaçion y defeto del | arquiteto y del material de la piedra que no | es firme hay defetos notables en el hedifiçio | de la dicha higlesia. No hay ninguno tan piligro|so ni que tanta nicisidad tenga de ser remediado | y con brebedad asigurarlle y dexarlle fir|me como es este dicho pilar que es el de | la parte de la epistolla del coro. Y para que se haga como debe, se | haran primero sus apoyos cinbras y camara de | madera, y luego se deben sacar sus fundamentos y cimi|entos de un estribo que de nuebo se a de haçer | conforme a este rasguno, ansi en la salida fuera de la li|ña de la pared como en ancho y grueso por la fren|te, y con el mesmo alto que se contiene en el | dicho rasguno. Y muy bien ligado con la pared | y cuarto pilar por la parte de dentro a lo menos de | en tercera hillada. Y que se funde este dicho es|tribo sobre lo firme todo lo que de nuebo se obiere de | hazer. Y que el arco conlateral que agora esta fecho | se baxe su punto y capitel lo necesario como ben|ga su punto a conformarse

con el antipecho | de la baranda del coro | que agora esta hecho. Porque este arco conlateral ofende | y haze hazer al dicho pilar toral parte de la barriga | y desplomo que tiene. Y lo de más dano haze | al dicho pilar [es] el harco de sobre el coro con su bobeda, y a|qui biene todo el perjuiçio que a benido al dicho | pilar toral. Y para su remedio y seguridad se an de hazer |

sus arbotantes dobles segun y conforme al dicho | rasguno, y sera suficiente sin duda y muy bas|tante seguridad para el dicho pilar siendo cerra|dos y cargados los dichos arbotantes conforme | dicho rasguno, y todo hecho conforme y en pro|pocion segun el pequeno pie que queda senalado | en este rasguno. Y cuando se obiere de tratar del | remedio del otro pilar o de alguno de ellos debe | ser por la bi susodicha por que es remedio de no | mucha costa y muy firme y puesto en arte no | parecera remiendo antes hedificio gracioso.| Para se hazer bien hecho yo lo he comunicado muy | particularmente con Francisco del Rio y en Dios y | mi conciencia que no entiendo que ninguno lo | aga mejor que el. Vuestras mercedes seran serbidos de | tanto esto me creer, porque ante Dios digo berdad | y lo que entiendo. Esta obra no es de dar a desta|yo por muchas razones que vuestras mercedes coleg|iran mejor que yo, podran mandar que se le de a | Francisco del Rio un salario competente, y que el | probea de oficiales que labren y asienten y de | orden que la piedra sea firme y los marcos y ta|manos que an de tener las piedras. Y a los oficia|les se les pague la higlesia lo que justo fuere. Y a los | peones lo mesmo. Y por que esto me parece con|biene al bien del hedificio y ser|bicio de Dios y de vuestras mercedes lo firmo de mi nombre | en Balladolid a 20 de agosto del ano de 1575.

Vesa las manos de vuestras mercedes su menor siervo

Rodrigo Gil

Apéndice 2: La capilla de Tovar

Requerimiento al Dr. Tovar para consolidar la capilla de Tovar en la Iglesia de Santa María la Antigua. Protocolo de Pedro de Arce 1578 (Martí y Monsó 1898: 352–353).

Escrivano presente dadnos por testimonio signado en publica forma en manera que haga fe a nos el cura e beneficiados e clerigos y mayordomo de la yglesia parrochial de Nuestra

Señora de la Antigua desta noble villa de Valladolid que aqui firmamos nuestros nombres en como hazemos saber al illustre Sr. el doctor Tobar fiscal de su magestad en la Real audiencia

desta dicha villa que esta pressente que ya su merced sabe e le es notoryo en como esta dicha yglesia a hecho sentimyento y de cada dia lo haze mayor de tal suerte que esta muy peligrosa

e para se hundir por la parte de la capilla que su merced tiene en la dicha yglesia la qual esta desplomada y la bobeda abierta junto al pilar prencipal de la dicha capilla y de cada dia se ba abryendo e desplomando mas y para remediar este daño e peligro tan grande y notoryo es necesaryo que con toda la brevedad posible se repare a vista y parecer de oficiales maestros de canteria expertos y peritos en el arte por tanto que pedimos y suplicamos a su magestad y si es necesario le requerimos con todas las instancias del derecho que luego nombre de su parte un oficial cantero para que juntamente con Francisco de los Rios maestro de canteria que esta presente a quien nombramos de nuestra parte vean el daño y el peligro la dicha

yglesia tiene y como todo ello viene de parte de la capilla del señor doctor para remedio de lo qual es necesario reparar y reedificar la dicha yglesia e capilla de donde le viene el daño y peligro y por donde esta

desplomada e a hecho el sentimiento y que su magestad de lugar a que se reedifique y repare y se quite la reja de la dicha capilla y se hagan en ellas las zinbras necesarias e apoyos y contribuya con el gasto y costa del dicho edificio por raçon del provecho y beneficio que su capilla recibe. Si ansi lo hiziere hara lo que debe y no nonbrando protestamos que la dicha obra se començara en su absencia y se prosegira hasta la fenecer y acabar. Y que cobraremos todas las costas daños yntereses y menoscabos que a la dicha yglesia e su fabrica se le seguyere y recreciere por la rata parte que cupiere al dicho señor doctor a pagar y que si algun daño resultare a la dicha capilla por raçon de la dicha obra e o se cayere lo que Dios no permita haziendo el dicho edificio no sea a cargo ni cuenta de la dicha yglesia e su fabrica y de como ansi lo protestamos y requerimos lo pedimos por testimonio … — Francisco Sanchez … el doctor Escobar.

…presentado... el rrequerimyento en Valladolid a treynta e un dias del mes de marzo de myll e quinientos e setenta e ocho años … e despues … yo Pedro de Arce escrivano publico … le notifique … al dicho señor dotor Tobar fiscal de su magestad … el qual dixo que lo oya y pide traslado … para rresponder … y que no se de testimonio sin su respuesta.

Agradecimientos

Agradezco a Rosa Bellido que me dio noticia del informe de Rodrigo Gil y, además, me fotografió las páginas correspondientes del manuscrito. A Antonio Ruiz Hernando por su ayuda al interpretar el texto original.

Lista de referencias

Agapito y Revilla, J. y S. Gaudilla. 1912. Informe sobre la iglesia de Santa Maria de la Antigua, de Valladolid (21 de febrero de 1908). *Boletín de la Sociedad Castellana de Excursiones* 5 (113): 373–375.

Camino Olea, M. S. y E. Gatón Gómez. 2007. La reconstrucción del cuerpo principal del templo de Santa María de la Antigua de Valladolid, a principios del siglo XX. En: *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción: Burgos, 7-9 junio de 2007*, ed. por M. Arenillas Parra et al. Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU. Vol. 1: 177–182.

Campos Setién, J. 2011. Semblanza del arquitecto Ricardo García Guereta (1861-1936). *Boletín. Real Academia de Bellas Artes de la Purísima Concepción* 46: 113–126.

Campos Setién, J. 2015. *Ricardo García Guereta : arquitecto eminente defensor del patrimonio artístico monumental español*. Valladolid : Ateneo de Valladolid.

Fernández Casanova, A. 1911. Iglesia de Santa María de la Antigua en Valladolid. Monografía. *Boletín de la Sociedad Española de Excursiones* 19: 161-175 .

Fernández Casanova, A . 1912. Informe sobre la demolición de la iglesia de la Antigua en Valladolid. Monografía. *Boletín de la Sociedad Castellana de Excursiones* 10: 317–318.

García Chico. E. 1940. *Documentos para el estudio del Arte en Castilla. Tomo I: Arquitectos*. Valladolid: Publicaciones del Seminario de Arte y Arqueología.

García Guereta, R. 1918. Los mutiladores [Nuestra Señora de la Antigua, Valladolid]. *Arquitectura. Órgano oficial de la Sociedad Central de Arquitectos*: 89–93.

García Guereta, R. 1923. El retablo de Juan de Juni de Nuestra Señora «La Antigua», de Valladolid. *Arquitectura. Órgano oficial de la Sociedad Central de Arquitectos*: 232–240.

García Guereta, R. 1926. Las torres de Teruel. *Anuario de la Asociación de Arquitectos de Cataluña*: 27–74.

García Guinea, M. A. y F. Wattenberg Sampere. 1946-1947. La iglesia románico-gótica de Santa María la Antigua de Valladolid. *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología* 13: 147–172.

Gómez Martínez, J. 1998. *El gótico español de la Edad Moderna: bóvedas de crucería*. Valladolid: Universidad de Valladolid. Secretariado de Publicaciones e Intercambio Científico.

Huerta, S. 2004. *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. Madrid: Instituto Juan de Herrera. (Accesible en: archive.org).

Ibáñez Fernández, J. (coord.). 2019. *Trazas, muestras y modelos de tradición gótica en la Península Ibérica entre los siglos XIII y XVI*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Jiménez Martín, A. y B. Alonso Arrúe. 2019. Proyecto para reparar un pilar de la iglesia de Santa María de la Antigua de Valladolid. En: *Trazas, muestras y modelos de tradición gótica*, J. Ibáñez Fernández, coord. Madrid: Instituto Juan de Herrera, 570–572.

Lampérez y Romea, V. 1912. Carta a D.Juan Agapito y Revilla [sobre la Antigua] *Boletín de la Sociedad Castellana de Excursiones* 5 (114): 418–419.

Locker, Edward Hawke. 1824. *Views in Spain*. London: John Murray.

Marti y Monsó, J. 1898. *Estudios histórico-artísticos relativos principalmente á Valladolid basados en la investigación de diversos archivos*. Madrid, Valladolid: L. Miñón.

Parcerisa, F. J. y J. M. Quadrado. 1861. *Recuerdos y bellezas de España. Vol. 9. Valladolid, Palencia y Zamora*. Madrid: Imprenta de López.

Street, G. E. 1865. *Some Account of Gothic Architecture in Spain*. London: J. Murray.

Torres Balbás, L. 1952. *Arquitectura Gótica. (Ars Hispaniae, Vol.7)*. Madrid: Plus Ultra.

Virgili Blanquet, M. A. 1981. Santa María de la Antigua. Una estampa tradicional de la ciudad. *Revista de folklore* 12: 14–22.

La iglesia jesuita de la villa San Clemente de Mancera (Pisco) y la consolidación del sistema constructivo sismorresistente en la costa sur peruana a inicios del siglo XVIII

Pedro Hurtado-Valdez

Pisco, antigua villa San Clemente de Mancera, se localiza a 235 km al sur de Lima, capital de Perú. Esta ubicación corresponde a su última fundación luego que el terremoto de 1687 destruyera el antiguo poblado. En la villa se levantó en 1705 la iglesia de La Compañía, la cual fue declarada monumento artístico nacional por Ley N°9402 del 15 de octubre de 1941.

Los edificios jesuitas levantados en la costa peruana se estudiaron principalmente bajo un enfoque de la historia del arte, centrándose en la organización planimétrica y su relación compositiva con las fachadas. No obstante, el tema constructivo ha sido soslayado a pesar de que los jesuitas tuvieron una alta actividad edificatoria durante el siglo XVIII en las villas y ciudades al sur de Lima. Los nuevos edificios se adaptaron a las técnicas constructivas que se venían experimentando en Lima por la alta sismicidad de la zona costera.

La iglesia La Compañía de Pisco evidenció todas las estrategias de los alarifes para contrarrestar el efecto de los terremotos. Así, se diseñó con poca esbeltez, con muros de poca altura efectuados con ladrillo y adobes, recios contrafuertes, torres de telares de madera y caña, y bóvedas y cúpula encamonadas. Lamentablemente la iglesia, que se encontraba abandonada y muy deteriorada, colapsó parcialmente en el terremoto del año 2007, y al poco tiempo las autoridades procedieron a su demolición.

El objetivo de esta investigación fue explicar el sistema constructivo con características de sismorresistencia de la desaparecida iglesia La Compañía de Pisco, por haber sido uno de los templos más importantes de la costa sur peruana y referente de otras iglesias que se levantaron durante el siglo XVIII en ciudades al sur de Lima.

Metodología

La investigación inició con la búsqueda de trabajos anteriores sobre el comportamiento sismorresistente de las técnicas constructivas desarrolladas en la costa sur de Perú de época virreinal, con el propósito de determinar el estado del arte y comprobar desconocimientos sobre la materia.

A continuación, se efectuó la indagación de noticias sobre la iglesia La Compañía de Pisco en el Fondo de Temporalidades del Archivo General de la Nación y en el Archivo Histórico de la Dirección de Patrimonio Inmueble del Ministerio de Cultura, consiguiéndose datos históricos del proceso constructivo.

Fortuitamente se había realizado el levantamiento arquitectónico y fotográfico del templo previo al seísmo del año 2007, que finalmente permitió contar con material inédito por la destrucción de la edificación. Los datos conseguidos permitieron la descripción y análisis del sistema constructivo que tuvo la iglesia La Compañía de Pisco y sus características de sismorresistencia.

Pedro Hurtado-Valdez – Universidad San Ignacio de Loyola, Lima-Perú

Estado del Arte

Los textos sobre la arquitectura jesuita virreinal en la costa de Perú se han detenido en describir edificaciones en las grandes urbes hispanas y eventualmente en algunas zonas rurales. Estos trabajos plantearon más un análisis estético que de los sistemas constructivos. Por ejemplo, Vargas (1963a, 1963b, 1972), Gutiérrez (1983) y Alcalá (2002) analizaron las iglesias jesuitas peruanas desde su historia y bagaje artístico.

Autores que tocaron fugazmente el argumento constructivo de las edificaciones jesuitas fueron Kubler y Soria (1959), que brindaron una perspectiva general agrupada con aspectos estilísticos en Lima y Cusco. Por su parte, Kubiak (2021) narró el empleo de materiales y decoraciones tradicionales en el diseño de las misiones jesuitas. Ninguno de estos textos se detuvo en el análisis del impacto de los terremotos en estos edificios.

De modo particular, son pocos los estudios sobre la iglesia La Compañía de Pisco, los cuales se han encaminado a analizar los aspectos históricos y artísticos. Entre los autores que han tocado eventos históricos figuran Castillo (1939), Whetey (1949) y Vargas (1963a). Mientras que una visión territorial la ofreció De Leonardis (2020), relacionando la actividad agrícola desarrollada en las haciendas de Lanchas y Caucato con el templo y colegio jesuita.

Gutiérrez (1983), San Cristóbal (1989) y Negro (2001) desarrollaron análisis sobre los estilos arquitectónicos presentes en el edificio, principalmente de la composición de las fachadas y la disposición de la planta, de acuerdo con las ideas estéticas de aquel periodo. Similarmente Velarde (1999) y Alcalá (2002) trataron brevemente sobre los estilos concurrentes en este inmueble.

La villa de Pisco y los jesuitas

Pisco tuvo varios asientos, consecuencia de su vecindad con el mar, del auge de las haciendas agrícolas y del terremoto de 1687. Desde 1557 se emprendieron en Perú las fundaciones de reducciones de población andina, agrupándolos en núcleos urbanos. Esta labor fue ampliada a todo el territorio por el virrey Francisco de Toledo, quien envió al valle de Pisco a Álvaro Ponce de León, fundando en 1572 un pueblo de indios nombrado Santa María Magdalena de Pisco colindante con el mar (Espinoza 1999).

El aumento de la producción agraria en las haciendas de Pisco y la presencia del puerto marítimo propició el arribo de españoles que establecieron un asentamiento informal vecino al pueblo de indios, bajo auspicios del virrey Martín Enríquez de Almansa (Guamán Poma 1615), incluyendo a los jesuitas que llegaron a inicios del siglo XVII (AGN 1785-1820: Leg.170, doc.1).

El comercio de vinos y aguardientes, como del azogue proveniente de Huancavelica (Guamán Poma 1615), el cual era significativo en la explotación de la plata en Potosí, generó un auge económico en el valle de Pisco. Esta bonanza motivó que los terratenientes y mercaderes, moradores del asentamiento informal anexo al pueblo de indios, solicitasen al virrey Toledo la designación de un cabildo propio y la elevación del puerto a la categoría de villa. El virrey emitió una Real Provisión en 1640, declarando villa de San Clemente de Mancera de Pisco al barrio donde moraban los españoles.

En 1687 un terremoto devastó el área costera peruana, siendo arrasada la villa de Pisco por un maremoto, perdiéndose la primera iglesia. Posteriormente, las autoridades evaluaron la conveniencia de mantener Pisco en el mismo lugar o migrar hacia otro sitio resguardado del mar. Finalmente vieron por idóneo el traslado del asentamiento a 1,3 km de su antigua ubicación y alejado relativamente del mar, quedando mezclados indios, mestizos y españoles en una sola villa (AGN 1760-1788: Leg.101. doc.1).

El traslado se efectuó en 1689, siendo bautizada la villa por el virrey Conde de la Monclova con el nombre de Nuestra Señora de la Concordia de Pisco (Castillo 1939). En la nueva fundación se designó la esquina conformada por las calles San Francisco (hoy Francisco Bolognesi) y La Compañía (hoy Ayacucho) para asiento de la iglesia y colegio jesuita.

La localización del edificio en esquina permitió un atrio con accesos particulares para la iglesia y el colegio. Esta ubicación correspondió con la original en la última fundación pues ya en el siglo XVIII se mencionaba que la iglesia tenía un frente hacia la calle San Francisco que abarcaba un poco más de la actual manzana. Es posible que tuviera esta amplitud porque existían áreas de terreno destinadas a huertos, jardines, caballerizas, almacenes y zonas de esclavos (AGN 1767-1785: Leg.169, doc.1).

Planimetría de la iglesia de La Compañía y Colegio de San José

La iglesia medía «...42 varas de largo, por 16 y media de ancho en el crucero...» (García 1907, 10), con una planta en cruz latina conformada por dos naves abovedadas de cañón corrido e intersecadas en el crucero. Cuatro capillas hornacinas estaban en el muro de la epístola, mientras que tres capillas y el ingreso lateral, desde la calle San Francisco, se ubicaban en el muro del evangelio.

Ingresando a la iglesia existía un pequeño depósito situado a la derecha de la puerta principal y una escalera ubicada a la izquierda que llevaba al coro alto. En el lado del crucero hacia la epístola se encontraban dos puertas que accedían a la parte posterior del colegio y en el costado izquierdo del presbiterio existía una conexión con el patio interior del colegio (Figura 1). A la derecha del presbiterio estaba la sacristía que comunicaba con un almacén que consentía salir a la calle San Francisco o comunicarse con el patio interior. Debajo del crucero y presbiterio concurrían espacios abovedados que conformaban la cripta que se accedía por medio de escaleras que partían del crucero y presbiterio, y se comunicaban con el patio del colegio (Figura 2).

El acceso al colegio se realizaba desde el atrio mediante la portería y la anteportería, los cuales estaban separados por un arco de piedra almohadillada. Antiguamente aparecía un claustro con treinta y seis arcos y ocho medio arcos en las esquinas. Alrededor del claustro se encontraban catorce habitaciones, correspondiente a los dormitorios de los jesuitas, el aula de gramática, la sala de profundis, la librería y la capilla interior dedicada a Nuestra Señora de la Concepción, la cual tenía una nave cubierta con bóveda y cúpula encamonada.

Del primer claustro partían dos corredores que lo comunicaban con un segundo claustro más sencillo compuesto por trece pilares en su perímetro, techado con alfarjes de cuartones de roble y tablas de Chile. En el segundo claustro estaba el refectorio, la cocina, varias despensas, tres almacenes, una sala de venta del azúcar proveniente de la hacienda de Caucato, la enfermería de esclavos y un salón de estudios. En la parte posterior se ubicaba la zona de servicios donde concurrían el patio de mulas, dos despensas, los cuartos de esclavos, la huerta de árboles frutales y el alfalfar. Las habitaciones de mayor importancia se techaban con cuartones de roble y entablado de madera de Chile, mientras que los de la zona de servicio estaban cubiertos con viguetas de roble y cobertura de carrizo o esteras. Esta zona se conectaba a la calle por una puerta falsa enmarcada por una portada (AGN 1767-1785: Leg.169, doc.2).

Primera Construcción

Los iniciales informes sobre la iglesia de La Compañía de Pisco aparecen en 1622, dos años luego de la

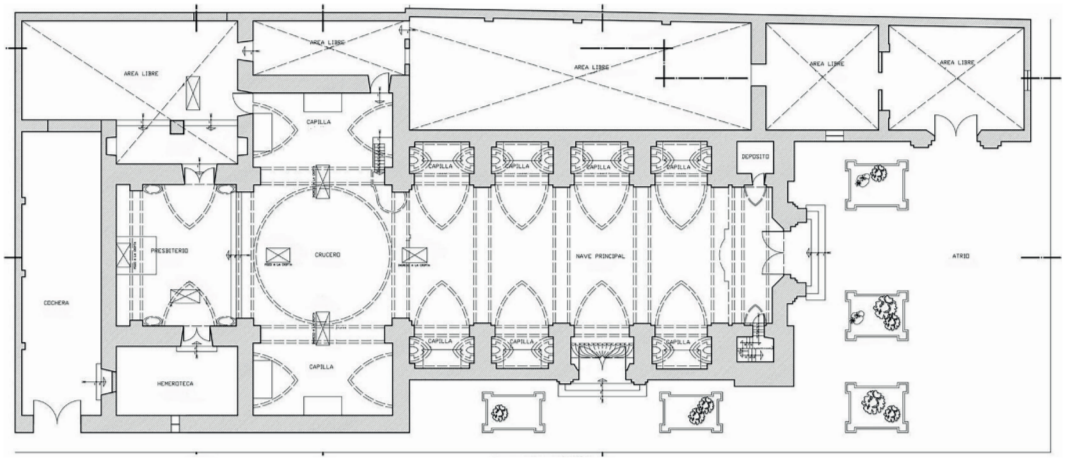


Figura 1. Planta de la iglesia La Compañía de Pisco. (Hurtado-Valdez 2004)

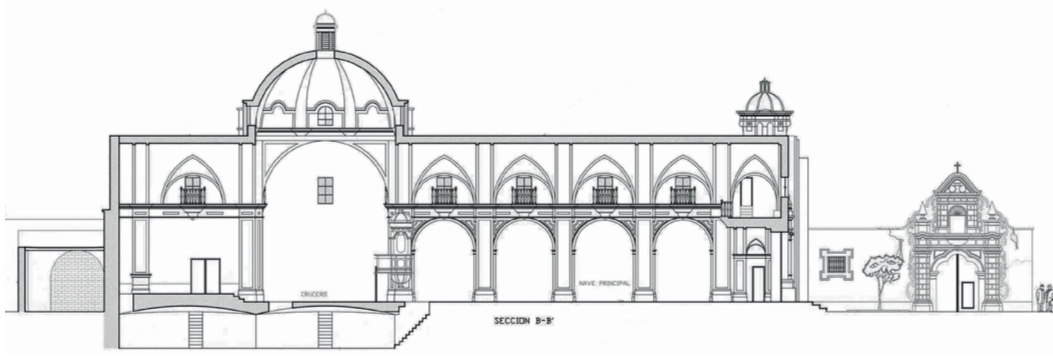


Figura 2. Sección de la iglesia La Compañía de Pisco. (Hurtado-Valdez 2004)

llegada de los jesuitas a esta localidad (AGN 1713-1745: Leg.39, doc.1), cuando se donaron parte de los dividendos de la hacienda Santa Rosa de Caucato para la fundación del templo y colegio (AGN 1785-1820: Leg.170, doc.1). Posteriormente, los jesuitas solicitaron al Rey de España autorización para la edificación del colegio, que fue concedida por Real Cédula en 1627. Con una nueva donación a los jesuitas de la propiedad de la hacienda Santa Rosa de Caucato, se propició la fábrica inicial del colegio llamado San José (AGN s.f: Leg.66). Esta donación articuló la administración de la hacienda de Caucato con la iglesia y colegio jesuita.

El templo fue edificado por el jesuita Diego de la Maza (Vargas 1968), quien elaboró los planos y dirigió la obra, que según las Anuas fue terminada en 1680. Este artífice, oriundo de Madrid, había laborado en Lima en la construcción de la iglesia jesuita Nuestra Señora de los Desamparados, para a continuación dirigirse al valle de Pisco (Mendiburu 1933). Hasta el momento no se han encontrado datos anteriores a 1687 sobre las características constructivas que tuvo la primera edificación, fecha en la que aconteció uno de los mayores terremotos de la costa peruana. Probablemente los legajos del colegio se perdieron por la devastación que causó el maremoto después de acontecido el seísmo.

Segunda Construcción

El terremoto de 1687 no sólo exigió mudar la villa y desarrollar nuevas construcciones, sino que deprimió la producción agrícola del valle. Por tanto, los jesuitas tuvieron que entregar la hacienda Santa Rosa de Caucato al Juez Mayor de la Caja General de Censos, al no poder pagar las acreencias y los censos existentes sobre la propiedad, derivando en su regreso a Lima. En 1699 se produjo la subasta de la finca, siendo adquirida por el comisario del Santo Oficio y vicario de Pisco, constituyéndose en el mecenas que financió la segunda construcción de la iglesia (AGN 1785-1820: Leg.170, doc.1).

La donación benefició al regreso de los jesuitas a Pisco, porque no sólo consiguieron los recursos para emprender la edificación sino para asegurar su mantenimiento. Las labores se iniciaron en 1705 (Torres 1882), después que un jesuita designado como Obrero Mayor se encargase de la gestión de la construcción y coordinara el proceso de puesta en obra (San Cristóbal 1989). Este oficial detalló los gastos incurridos durante la construcción en el Libro de Cuentas del Colegio, con el que se pudo recrear el proceso constructivo.

La edificación de la iglesia fue conducida por el maestro Juan de Almoguera desde 1713 hasta enero de 1724, quien fue concertado por los jesuitas junto a su hijo y otros oficiales (AGN 1713-1745: Leg.39, doc.1). Estos alarifes contaron con mano de obra de algunos esclavos africanos de la hacienda Caucato, con cierta pericia en albañilería y carpintería (De Leonardis 2020). Los trabajos comenzaron con una cimentación de piedra junto a los muros de ladrillo de la cripta y la base de algunos ambientes del colegio.

La parte baja de los muros se levantó con ladrillo y mortero de cal y arena hasta unos 60 cm aproximadamente, mientras el resto de ellos estaban realizados con adobe unidos con mortero de barro. En la cons-

Figura 3. Bóvedas y media naranja encamonada construidas en 1719 sobre muros de adobe. (Hurtado-Valdez 2004)

trucción de la fachada y del arco de la portería se emplearon piedras canteadas en la parte baja y ladrillo para las zonas altas. El ancho promedio de los muros de la iglesia era 1,20 m con adobes colocados en aparejo mixto de soga y cabeza, y tuvieron una altura total de 6,04 m.

Entre los años 1714 y 1726 se construyeron dos tránsitos, la sala de venta de azúcar ligada a la actividad de los trapiches de la hacienda Caucato, el anterefectorio, el salón de gramática y el corredor hacia el patio de las mulas. Se efectuaron también la puerta principal del colegio y el cuarto destinado al portero. En 1716 un maremoto asoló Pisco, pero no se tienen referencias de reparaciones perpetradas en la iglesia que aún se encontraba en proceso constructivo. En 1719 se encontraba armada la bóveda de madera encamonada en la nave y la media naranja sobre el crucero (Figura 3). El templo se inauguró anticipadamente en 1721 y se continuaron los trabajos inmediatamente, para lo cual el Obrero Mayor jesuita organizó en la hacienda Caucato una planta de fabricación de adobes y de ladrillos. En 1723 se pactó con el oficial Bernardo Bravo la talla en piedra de la fachada de la portería del colegio y el arco de la anteportería. Ese mismo año el oficial carpintero Eusebio se encargó de labrar los alfarjes de la portería y anteportería del colegio (AGN 1713-1745: Leg. 39, doc.1).

Durante las inspecciones de campo realizadas en el año 2004 se pudo leer dentro de la tarja de la portada principal la inscripción «ORTEGA FACt AÑO 172...», señalando al hermano Ortega activo entre Lima y Pisco en el primer tercio del siglo XVIII, a quién el colegio de Pisco reconocía viáticos entre estas dos localidades (AGN 1713-1745: Leg. 39, doc.1). El último digito se encontraba parcialmente arruinado debido al deterioro del templo, pero la revisión de documentos contemporáneos con la construcción de la iglesia y su confrontación con los modos de representar números que aparecían en el Libro de Cuentas de los jesuitas de Pisco permitió esclarecer que el carácter más próximo a completar los rezagos del dígito faltante era el número cinco, dando una fecha de culminación de la fachada de 1725.

En la revista efectuada por el Provincial de Pisco en 1725, se señaló la existencia de la fachada y se concluyeron además la portada lateral de la iglesia y las torres de entramado de madera y caña (Figura 4). En esta visita se registró la inversión total que significó la construcción de la iglesia que ascendió a 35,034 pesos, monto económico para la época, porque estaba valuada en 100,000 pesos (AGN 1713-1745: Leg.39, doc.1), evidenciando el ahorro de contar con mano de obra de los esclavos de la hacienda Caucato. En 1727 se construyó la arquería del patio principal del colegio, cuyos pilares estaban realizados con basas de ladrillo y cuerpo de telar de madera y caña, rematando con arcos encamonados (Figura 5).

La edificación fue empleada por los jesuitas fugazmente porque en 1767 se expidió un Decreto Real ordenando la expulsión de la Compañía de Jesús de los dominios de Carlos III. En Pisco se procedió a la incautación de la iglesia y el colegio quedando sus ambientes clausurados. Ante el deterioro que evidenciaba por su abandono, la Junta Superior de Aplicaciones decidió entregar la propiedad en 1785 al párroco de Pisco quien la gestionó hasta su deceso en 1799, asumiendo su control el nuevo vicario de Pisco. Posteriormente, la Junta Superior de Temporalidades asignó

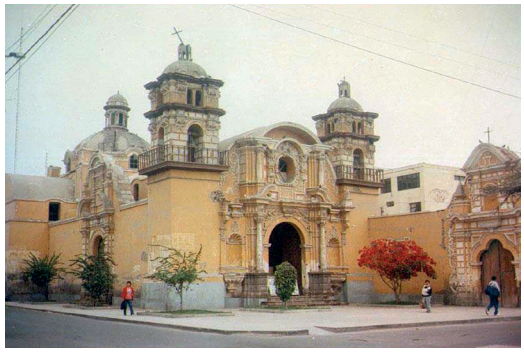


Figura 4. Fachada con las portadas de la iglesia La Compañía de Pisco y portada del Colegio San José. (Hurtado-Valdez 2004)

Figura 5. Arcos del claustro del colegio realizados con basas de ladrillo y entramado de madera y caña recubierto de yeso. (Hurtado-Valdez 2004)

en 1813 al presidente del Cabildo de Ica la supervisión de la iglesia (AGN 1785 – 1820: Leg.170, doc.2).

En época republicana se dictó en 1826 un decreto por el que se suprimían los edificios religiosos que no tuvieran más de ocho sacerdotes afincados y sus bienes aplicados a la instrucción pública (Velarde 1999). En 1877 un maremoto golpeó las costas de Pisco, pero no se tienen conocimientos si la iglesia fue afectada, aunque se conoce que ya en 1859 algunos ambientes estaban en mal estado.

El Estado Peruano promulgó una ley en 1889 encargando a las sociedades de beneficencia pública la administración de los bienes de la iglesia. Así, el área correspondiente al colegio pasó a posesión de la Beneficencia Pública de Pisco mientras la iglesia recayó en los capellanes para la atención del culto, pasando posteriormente a poder de los padres lazaristas hasta 1929 (Vargas 1972), cuando se abandonó el templo, que fue sometido a actos de pillaje (Velarde 1999).

En 1942 y 1949 se registraron dos grandes terremotos cerca de Pisco sin que causaran el colapso de la iglesia a pesar de encontrarse deteriorada, aunque al parecer produjeron daños que obligó a la intervención en el edificio (AHDPI 1957), pasando su posesión al Ayuntamiento de Pisco. La iglesia continuó abandonada hasta el año 2007, cuando se produjo un terremoto en Pisco que ocasionó finalmente el colapso de los muros y las estructuras encamonadas, aunque las portadas quedaron en pie. Las autoridades locales, temerosos de la estabilidad de las partes supérstites de la iglesia, ordenaron su demolición tiempo después.

La introducción de arquitectura sismorresistente en Pisco

El Obrero Mayor, comisionado para la gestión edificatoria del templo, contrató artífices con conocimientos de los adelantos estructurales introducidos en las bóvedas de la catedral limeña y en la iglesia San Francisco de Lima a finales del siglo XVII. Estas técnicas constructivas, novedosas en la zona, buscaban el aligeramiento de los niveles altos de los edificios con la finalidad de reducir el impacto de los seísmos en ellos. Para este efecto se incluyeron bóvedas encamonadas de madera y torres de telares de madera y caña.

En Lima ya Fray Diego Maroto había explicado a las autoridades virreinales el buen desempeño estructural del sistema constructivo durante la reconstrucción de las bóvedas de la catedral de Lima: «...y por el consiguiente no se molesta la dicha fachada mayormente cuando las bóvedas inmediatas se hacen de cedro y yeso contrahaciendo y remendando a las demás de crucería, terceletes mayores y menores y sus lazos relevando con las mismas molduras que tienen las de ladrillo sin que se pueda reconocer si lo son o no porque estas y la nueva forma se ha reconocido por experiencia ser fábrica más segura en tan repetidos temblores mayormente cuando las que hizo de esta manera este declarante en la Iglesia de su Convento siendo así que era de pocos fundamentos en lo tocante a la albañilería las bóvedas que hizo encima de los pilares y arcos que han padecido y no las bóvedas por haberlas hecho de cedro y yeso...» (ACC 1688: f.70r).

Figura 6. Media naranja encamonada como solución constructiva sismorresistente.

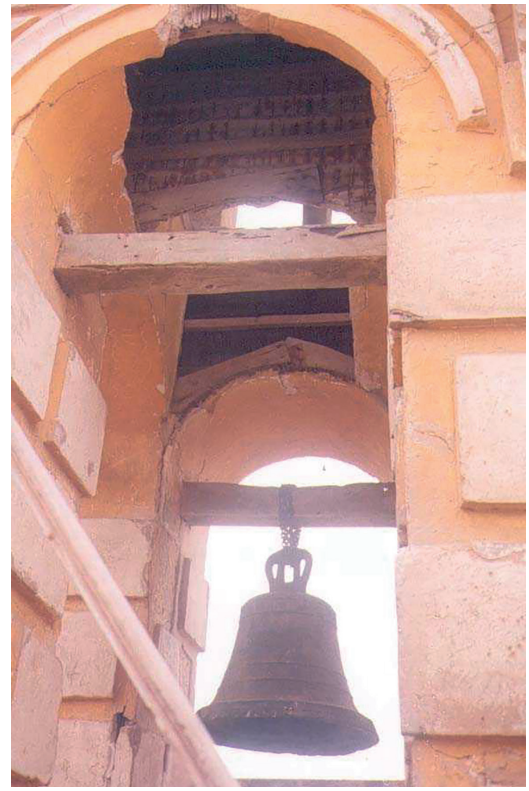


Figura 7. Torre construida con telares de madera y caña. (Hurtado-Valdez 2004)

Estas bóvedas comenzaron replicando a sus homólogas españolas, como una construcción que dependía de las vigas de los alfarjes, estando sujetas de ellas, hasta evolucionar en una estructura autoportante que mostraba externamente su extradós (Hurtado 2022). Con esta nueva técnica fue techado el templo de La Compañía de Pisco, cuya madera fue traída por barco ante la escasez de especies maderables en la árida costa peruana (AGN 1713-1745: Leg.39, doc.1). La cubierta fue realizada con dos bóvedas encamonadas de medio punto con lunetos, las cuales salvaban una luz de 6,20 m. Estas bóvedas se intersecadas en el crucero con una media naranja también encamonada.

Las bóvedas encamonadas se armaron con arcos de madera conformados por tablas de secciones curvas denominadas camones y contracamones, realizadas de cedro (*Cedrela odorata*) en dimensiones de 5 cm x 25 cm x 150 cm. Estas tablas se solapaban para conseguir la forma del arco y estaban unidas con dos clavos rebitados en cada uno de sus extremos y eventualmente también se reforzaba la unión con cintas de piel. Los arcos se arriostraban lateralmente con correas y se rellenaba el tercio inferior en el arranque de las bóvedas con un murete de adobe conocido como acompañamiento. La posición del murete impedía el volteo de los arcos, daba continuidad a la estructura y evitaba su deslizamiento en caso de seísmos.

Sobre los muros se colocaron vigas soleras que recorrían toda la longitud de las fábricas descargando el peso de las bóvedas. Los arcos se unían a las soleras mediante ensambles a caja y espiga. La espiga tenía toda la profundidad de la caja, para que en caso de terremoto pudiera tener una holgura de movimiento, pero sin escapar de la unión, que se mejoraban con amarres de cintas de piel.

Figura 8. Arcos de camones y contracamones con uniones clavadas rebitadas en la iglesia San Pedro de Coayllo. (Dongo Fernández 2025)

Figura 9. Bóveda encamonada en la iglesia San Luis de Cañete con el acompañamiento de adobe en la parte baja de los arcos. (Hurtado-Valdez 2025)

Sobre los arcos se colocaron cañas enteras (*Arunda donax*), las cuales fueron instaladas por artífices denominados «encañadores» (AGN 1713-1745: Leg.39, doc.1). Se finalizaba la estructura con un terrado arcilloso como protección contra la intemperie (Figura 6). Mientras que en el intradós de la bóveda se clavaron cañas partidas enlucidas con mortero de yeso.

Las torres constituían armazones de pies derechos y vigas de madera de cedro, alrededor de los cuales se colocaba como cerramiento telares de madera y cañas enteras dispuestas verticalmente y entrelazadas entre la madera, clavadas y atadas además con cintas de piel, la cual se colocaba húmeda y al secar generaba aún mayor presión en la unión. La estructura se recubría con barro con paja, finalizando con un revoque de yeso que conformaban molduras y recuadros (Figura 7). Precisamente el tener las torres de material liviano y dúctil mejoraba su comportamiento frente a los temblores.

Este modo de emplear los nuevos sistemas constructivos fue introducido por los jesuitas en la costa sur, primeramente, en la iglesia de la Compañía de Pisco donde adquirieron notable desarrollo y de allí se replicó en otras iglesias, como en el templo jesuita San Jerónimo de Ica (1746), con bóvedas encamonadas y torres de telares de madera, caña y yeso (Negro y Amorós 2017). Similares atenciones se introdujeron en la iglesia de El Carmen de Chincha (1761) y en las reconversiones de las iglesias San Pedro de Coayllo y San Luis de Cañete (1776), además de las capillas de las principales haciendas de la zona (Figuras 8-9). Esto se verifica además de las similitudes constructivas en las dimensiones de los camones y contracamones en la conformación de los arcos de madera.

En el año 2004 se realizaron levantamientos y diagnóstico de las estructuras de la iglesia, habiéndose detectado que los muros de adobe contenían mucha humedad y sales, algunos estaban agrietados con muestra de aplastamiento, presencia de revoco de cemento en las partes bajas, posiblemente con la intención de rellenar la masa perdida por acción de la humedad pero que impedían su evaporación. Mientras en las partes altas las bóvedas encamonadas y las torres habían perdido su revoco de protección con lo que las maderas, cañas y cintas de piel habían quedado expuestas a la intemperie, siendo atacadas por xilófagos y hongos de pudrición, además que los clavos se encontraban oxidados. A consecuencia del seísmo de 2007, de magnitud 8 Mw, la estructura de la iglesia colapsó, no obstante haber resistido muchos terremotos durante los 240 años que estuvo con escaso mantenimiento desde la expulsión de los jesuitas (1767-2007).

Conclusiones

Los jesuitas emplearon un sistema de administración muy ordenada dirigido por el Obrero Mayor, mediante el cual emplearon eficientemente los recursos pro-

venientes principalmente de la hacienda Caucato, no solamente en cuanto a capital sino también en el uso de mano de obra esclava y materiales que dicha hacienda podía suministrar. No obstante, los jesuitas no menguaron la calidad de sus obras, incluso trasladando oficiales de Lima. La intención de traer al maestro Almoguera y otros oficiales se sustentaba en que deseaban incorporar los nuevos sistemas constructivos sismorresistentes que habían aparecido en Lima.

La iglesia La Compañía de Pisco había sido construida con sistemas novedosos en la zona sur, como producto de la ocurrencia continua de seísmos. De esta forma se cambiaron el antiguo modo de construir con bóvedas de ladrillo por las bóvedas encamonadas y las torres de madera. En efecto, las cubiertas realizadas en la costa peruana adoptaron las bóvedas encamonadas por su ligereza y buen desempeño sismorresistente, consolidándose como técnica preferente tras el terremoto de 1687. Estas estructuras dúctiles permitían cubrir amplios espacios y ganar altura con seguridad, convirtiéndose en una solución distintiva de la arquitectura religiosa virreinal en la costa del Perú.

Lista de referencias

Alcalá, Luisa. 2002. *Fundaciones Jesuíticas en Iberoamérica*. Madrid: Fundación Iberdrola.

Archivo del Cabildo Catedralicio (ACC). Libro de fábrica, 1688, f.63v – 103v. Pareceres de los alarifes para la reconstrucción de la catedral, f.70r.

Archivo Histórico de la Dirección de Patrimonio Inmueble (AHDPI). 1957. Expediente 48. Ica, provincias, Pisco: Iglesia de La Compañía. Trabajos de restauración 1957. Legajo 1, f.8.

Archivo General de la Nación (AGN). S.f. Censos – Capellanías. Legajo 66.

– AGN. Testamentos, Bernardo Bravo. Protocolo 1174 – 1175, índice Terán – tomo I, pág. 124.

– AGN. Cuentas de Colegios. 1713-1745. Libro de cuentas de colegio de Pisco desde el 15 de setiembre de 1713 hasta fin de junio de 1745. Legajo 39, Documento 1.

– AGN. Temporalidades. Títulos de Haciendas. Santa Rosa de Caucato – Pisco. 1760-1788. Donación hecha por el lizenciado don Andres Bilches y Ballesteros al colexio de Pisco de la hacienda de Caucato. Legajo 101, Documento 1.

– AGN. Temporalidades – Colegios. 1767 – 1785. Segundo testimonio del inventario de Pisco. Legajo 169, documentos 1, 2.

– AGN. Temporalidades - Colegios. 1785-1820. Compulsa del primero quaderno de los autos de aplicaciones del colegio que fue de jesuitas en la villa de Pisco y estado relacionado de su incerto. 1785. Legajo 170, documento 1.

– AGN. Temporalidades - Colegios. 1785 – 1820. Informe del Cabildo de Ica. Legajo 170, documento 2.

Castillo Negron, Mamerto. 1939. *El terruño: Libro que en Pisco trata por primera vez de resolver el problema del pasado histórico de la provincia*. Lima: Imprenta Lux.

De Leonardis, Lisa. 2020. Paredes ingrávidas de efecto teatral. *El arte antes de la historia. Para una historia del arte andino antiguo,* 509-541. Colección Estudios Andinos, Marco Curatola Petrocchi, Cécile Michaud, Joanne Pillsbury, Lisa Trever (eds.).

Espinoza Soriano, Waldemar. 1999. Raúl Porras Barrenechea, el historiador de la conquista. *La Ciudad y el Tiempo, Pisco, Porras y Valdelomar*. Lima: Fondo Editorial del Congreso del Perú.

García Irigoyen, Carlos. 1907. El amigo del clero. *Boletín Eclesiástico de la Arquidiócesis*. Lima. Imprenta y Librería de San Pedro.

Guamán Poma de Ayala, Felipe. [1615] 2017. *Nueva crónica y buen gobierno*. Facs. ed. Lima: Biblioteca Nacional del Perú.

Gutiérrez, Ramón. 1983. *Arquitectura y urbanismo en Iberoamérica*. Madrid: Ediciones Cátedra S.A.

Hurtado-Valdez, Pedro. 2022. The Planked Timber Vaults Built in Seismic Zones of South America between the 17th and 18th Centuries: History and Construction Analysis, *International Journal of Architectural Heritage 18*, 3, 408–426. https://doi.org/10.1080/15583058.2022.2155598

Kubiak, Ewa. 2021. El modelo arquitectónico de iglesia misionera jesuita en el Virreinato del Perú: entre lo global y lo local. *Historia Revista Goiânia*, 26, 1, 257-283. https://doi.org/10.5216/hr.v26i1.68129

Kubler, George; Soria, Martin. 1959. *Art and Architecture in Spain and Portugal and Their American Dominions, 1500-1800*. Penguin Books.

Mendiburu, Manuel de. 1932. *Diccionario histórico biográfico del Perú*, vol.4, 7. Lima: Imprenta Enrique Palacios.

Negro, Sandra. 2001. La arquitectura religiosa rural al sur de Lima durante el barroco final en el Perú. *Actas III Congreso Internacional del Barroco Americano: Territorio, arte, espacio y sociedad*. Editado por A. Moreno Mendoza, J. Almanza Moreno, 915-931.

Negro, Sandra; Amorós, Samuel. 2017. La arquitectura encamonada del siglo XVIII en el colegio menor de la Compañía de Jesús en Ica, Perú. *Actas del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*. Editado por S. Huerta Fernández, P. Fuentes González, I. Gil Crespo, 1149-1158

San Cristóbal, Antonio. 1989. La iglesia de la Compañía de Pisco. *Boletín del Instituto Riva Agüero*, 16, 221-233. http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/114166

Torres Saldamando, Enrique. 1882. *Los antiguos jesuitas del Perú. Biografías y apuntes para su historia*. Imprenta Liberal.

Vargas Ugarte, Rubén. 1963a. *Los jesuitas del Perú y el arte*. Lima: Arzobispado de Lima.

Vargas Ugarte, Rubén. 1963b. *Historia de la compañía de Jesús en el Perú*, vol. 2. Burgos.

Vargas Ugarte, Rubén. 1968. *Ensayo de un diccionario de artífices de la América Meridional*. Burgos: Imp. Aldecoa.

Vargas Ugarte, Rubén. 1972. Itinerario por las iglesias del Perú. Lima: Milla Batres Editorial.

Velarde Montalván, Luis. 1999. *Guía sobre la iglesia colonial de la Compañía de Jesús, Pisco.* Luis Velarde Montalván.

Whetey, Harold. 1949. *Colonial Architecture and Sculpture in Peru*. Cambridge: Harvard University Pess.

El compás de cantero en la Edad Moderna

Federico Iborra Bernad

El compás es sin duda la herramienta más icónica de las profesiones relacionadas con la construcción y la arquitectura en general. Según la tradición mitológica griega, fue ideado por Perdix, sobrino y aprendiz de Dédalo. Con apenas doce años, el niño había inventado la sierra, el formón, el compás y el torno de alfarería. Esto provocó la envidia de su tío, que lo empujó al vacío desde los muros de la Acrópolis de Atenas. Sin embargo, la diosa Atenea lo vio caer y, compadecida, evitó su muerte transformándolo en un ave: la perdiz. Por su crimen, Dédalo fue desterrado y se instaló en Creta, donde muchos años después construiría el famoso laberinto del Minotauro (Ovidio 1994, II: 104). Aunque la historia es una ficción mitológica, resulta interesante observar cómo ya desde sus orígenes se refleja la íntima relación entre el compás y la figura del artesano-arquitecto.

Durante la Edad Media la iconografía de Dios Creador, representado como arquitecto o como geómetra, ha legado un amplio repertorio de miniaturas representando compases (Friedman 1974). También es en este período cuando aparece el compás dentro de las alegorías de la Prudencia pues, siendo un instrumento de medición, se relaciona con la necesidad de medir nuestras fuerzas y con la idea aristotélica del justo medio (León 1989, 72-73). Existe también toda una serie de interpretaciones simbólicas posteriores, dentro del campo de la alquimia (Azara 2006, 236-237) o la francmasonería (Daza 1997, 93-95), en las que no entraremos aquí.

Respecto a la materialidad del instrumento, debe decirse que de época griega y romana han sobrevivido algunos ejemplares, como los conservados en el Museo Arqueológico de Nápoles, procedentes de Pompeya. En su mayoría son piezas de bronce, aunque también hay algunos de hierro. Formalmente, los antiguos sentaron el precedente de soluciones originales que han pervivido hasta la actualidad, como los compases de una mano o los compases proporcionales de cuatro puntas (Shelby 1965; Di Pasquale 1994). Sin embargo, desde el punto de vista constructivo resultan muy primitivos, ya que se forman siempre por la superposición de dos pletinas perforadas y unidas con un perno, que podía ir remachado (en los de hierro) o fijado con una cuña encajada en un vástago (en los de bronce). Esta última solución, característica de la época, se explica porque el bronce -aleación de cobre y estaño- es un material relativamente frágil para ser golpeado[1]. En época moderna se usará el latón, compuesto de una mezcla de cobre y zinc que, pese a su parecido con el bronce, resulta mucho más maleable y apto para ser deformado.

A lo largo de la Edad Media los compases tendrían una importante evolución, aunque son escasos los ejemplos que han sobrevivido. Tal vez se deba al hecho de estar realizados principalmente en madera y hierro, a lo que se añade la dificultad de identificación y datación de piezas que han pervivido fuera de contextos arqueológicos[2]. Viollet-le-Duc (1874) des-

Federico Iborra Bernad – Universitat Politècnica de València

cribe así el tipo de compás que acabó imponiéndose para el trabajo sobre la piedra:

> Esta herramienta, que no necesita descripción, se remonta a los orígenes de la humanidad. Durante la Edad Media, los maestros de obra siempre se representaban con el compás en mano. El arquitecto era entonces lo que siempre debía ser: aparejador, tracista. Estos compases suelen tener un segmento de círculo entre sus brazos, tanto para evitar que se inclinen como para tomar ángulos. Al estar graduado el segmento de círculo y la distancia entre la cabeza del compás y este segmento fijada, el instrumento se convierte en un compás de proporción. (Viollet-le-Duc 1874, 2: 497-498)

El mismo autor indica también que los compases de tamaño normal estaban hechos de hierro, mientras que los de grandes dimensiones se ejecutaban en madera, con las puntas de hierro[3]. Incluye además la representación de un cantero utilizando uno de los primeros, con arco, así como el dibujo detallado del mismo (figura 1), pero no llega a afirmar en ningún momento que el modelo representado fuera realmente medieval[4]. Lo cierto es que la configuración de esta herramienta resulta sospechosamente más próxima a las soluciones decimonónicas que a las renacentistas, y todas las miniaturas del siglo XV consultadas presentan compases sin arco, lo que obliga a tomar con prudencia las afirmaciones del erudito arquitecto francés. Dicho de otro modo, es probable que estuviera interpretando la forma de los instrumentos medievales desde la óptica de las herramientas usadas en su tiempo.

Figura 1. Representación del compás medieval en el *Dictionnaire raisonné du mobilier*, de Viollet-le-Duc (1874)

Cuestiones preliminares sobre los compases en la Edad Moderna

A diferencia de los compases de la Antigüedad, donde los brazos eran iguales y se solapaban, los compases «modernos» presentan dos piezas complementarias que se acoplan con cierta precisión, generando un rozamiento que ayuda a mantener el instrumento cerrado y le da mayor robustez. Antes de llegar a las puntas propiamente dichas, la zona de solape próxima a la cabeza se resuelve más o menos plana y uno de los brazos se rebaja hasta un tercio del espesor para encajarse en un cajeado equivalente generado en el otro brazo. Esta misma solución puede encontrarse perfectamente definida en miniaturas fechables en torno a 1400, por lo que cabría remontar su cronología al menos hasta el siglo XIV[5]. Presenta un problema, ya que el rozamiento disminuye paulatinamente conforme se abre el compás, aunque siempre quedará el producido en el área de la propia cabeza.

Esta configuración da a los compases históricos un perfil muy característico de brazos con anchura variable, recogido perfectamente en la iconografía. Con el tiempo, la distancia de solape tenderá a reducirse, lo que puede ayudar a datarlos. En los ejemplos más antiguos, como los del siglo XVI, esta banda plana suele tener una proporción muy larga, de 4:1 o 5:1, que a lo largo del XVII se va reduciendo a una relación optimizada de 3:1 o 2:1. También en este momento algunos compases de gran tamaño empiezan a resolver el solape con dos lengüetas, aumentando así la superficie de rozamiento y su eficiencia, aunque se abra bastante. Esta mejora se extenderá a instrumentos de todos los tamaños en los siglos XVII y sobre todo XVIII, llevando a reducir la zona de solape a una relación 1:1 o incluso inferior. Los compases de producción industrial de los siglos XIX y XX volverán a una lengüeta única, más robusta y con ajuste más preciso. Quizá esta reducción de la superficie de rozamiento pueda explicar la proliferación de compases de arco en herramientas de tamaño medio fabri-

cadas en este momento. En todo caso, frente a esta tendencia general, veremos que en los oficios de la construcción se mantendrá e incluso se incrementará la zona plana de solape, para poder usar el compás como falsa escuadra y trasladar ángulos.

Algunos compases contarán con elementos auxiliares para controlar la apertura. El primero de ellos es el arco comentado por Viollet-le-Duc que, apretado mediante una palomilla roscada, garantizaba la inmovilidad de los dos brazos. A pesar de lo enunciado por el erudito arquitecto francés, en la iconografía medieval estos arcos son mucho menos frecuentes de lo que cabría esperar y parecen vinculados principalmente a compases de madera[6]. Es cierto que Hans Holbein representa un gran compás de hierro con arco en el retrato, fechado en 1528, del matemático Nicolas Kratzer (figura 2) y hay abundantes ejemplos de compases de este tipo, incluso más pequeños, a partir del siglo XVII. Podría pensarse que inicialmente los arcos solo se aplicaran a compases de madera y a instrumentos de hierro de gran tamaño, donde la banda de solape es proporcionalmente estrecha y el rozamiento de la cabeza resulta insuficiente. Los compases de arco más pequeños (30-40 cm) se verán primero en instrumentos de precisión a partir de 1600 (Hambly 1988, 74), extendiéndose en los siglos XVIII y sobre todo XIX a objetos más toscos y asequibles.

Figura 2. Retrato de Nicolas Kratzer, por Hans Holbein el Joven (1528). Detalle. (Wikimedia Commons)

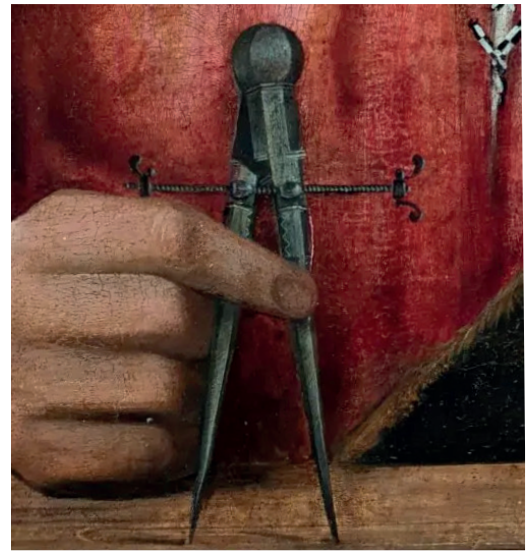


Figura 3. Retrato de Hans Behaim, por Jacopo de' Barbari (h. 1503-1505). Detalle. (Wikimedia Commons)

Por otro lado, entre los siglos XVI y XVII, en ámbito germánico, se desarrolló el ajuste mediante un tornillo roscado cruzado entre los brazos, solución que pervive en las actuales bigoteras de dibujo. Lo vemos ya en retratos de arquitectos de hacia 1500, como en el de Hans Behaim (figura 3), por Jacopo de' Barbari (h. 1503-1505), o el de Hans Lutz, atribuido a Silvester Müller (1509), así como en los dibujos coetáneos del Codex Loeffelholz, donde se muestran instrumentos para trabajar la madera. Tendrán pervivencia hasta mediados del siglo XVII, sobre todo vinculados al importante núcleo de producción de Nuremberg. No parecen compases pensados para la obra, sino para el dibujo o una artesanía de precisión[7].

Existiría una segunda clasificación tipológica, que abarcaría las variedades formales de compases especiales, como los calibres o los compases de una mano. No entraremos en ella, por límites de espacio y porque ha sido el enfoque más trabajado en la bibliografía reciente (Verstraete y Royer 2009; Mathieu 2013).

La cabeza del compás

La cabeza del compás es el punto donde se produce la unión de todas las piezas, mediante un perno o vástago que las atraviesa. Para evitar que se desmonte, este elemento queda remachado por ambos lados. En ocasiones es el propio vástago el que se deforma hasta conformar la cabeza, como ocurre con los roblones del siglo XIX, pero otras veces se insertan unos discos perforados auxiliares, sobre los que se apoya la pieza de unión, que ahora exige un menor desarrollo.

Hay tres tipos de cabeza, que se pueden relacionar con la forma de utilizar el compás, aunque también pueden extenderse por modas y épocas. La más sencilla es la unión casi plana, que sirve para unir los dos brazos de manera funcional (figura 4). Creemos que se usa principalmente para compases destinados a medir o trasladar distancias, pues es la que encontraremos en los compases de aparejador, sobre los que se tratará más adelante. El segundo tipo es el de las cabezas esféricas o redondeadas, que conforman una especie de bola. Aparece de forma temprana en la *Melancolía* (figura 5) de Durero (1514) y se aplican principalmente a compases de pequeño tamaño, destinados a trabajos de dibujo o a navegación. Su forma permite sujetar la cabeza con la punta de tres dedos (pulgar, índice y corazón), lo que facilita la operación de división de un segmento por tanteo (Crawshaw y Phillips 1916, 130-131). Por razones estéticas se imitará en compases más grandes de los siglos XVII y XVIII, aunque aquí pierde su lógica funcional. Finalmente, existe lo que podríamos denominar cabeza en forma de T, configurada como un cilindro cuya longitud puede duplicar o triplicar el diámetro, sobresaliendo bastante frente al espesor del resto de la herramienta. La vemos perfectamente representado por Lorenzo Lotto en el retrato de un arquitecto identificado como Jacopo Sansovino (1535), y debió ser la más práctica para los compases de trazado (figura 6).

Si la cabeza esférica estaba preparada para girar en la punta de los dedos, la cabeza en forma de T permite sujetar el compás únicamente con dos dedos, firmemente y sin riesgo de que se escurra. Esto facilita trabajar con otras herramientas sin necesidad de soltarlo cada vez (figura 7). También puede ayudar al giro para el trazado de círculos, mientras se sostiene con la otra mano el brazo que debe marcar el centro. Su origen se remonta al menos al siglo XIV, puesto que lo encontramos perfectamente definido en miniaturas medievales de comienzos del XV, como el códice de la *Bible historiale* de Guiard des Moulins (BNF, Manuscrits, Français 3 f. 3v), o la escena de la

Figura 4. Autorretrato de Anton Pilgram en el órgano de la catedral de Viena (1513). Detalle. (Wikimedia Commons)

Figura 5. *Melancolía*, de Alberto Durero (1514). Detalle. (Wikimedia Commons)

Figura 7. Detalle de la cabeza de un compás alemán del siglo XVII. (Victoria and Albert Museum. Science Museum Group)

Creación repetida en diversas copias de *Le Livre des propriétés des choses*, traducido por Barthélémy l'Anglais. A partir del siglo XVI se mejora el rozamiento duplicando la lengüeta de solape que se encaja en el brazo complementario, como se observa ya en el referido óleo de Lorenzo Lotto (1535), lo que parece confirmar nuestra sospecha de que se trataba de piezas pensadas para el trazado. En ejemplares tardíos, del siglo XVII, estas cabezas tienden a redondearse emulando la forma de bola, pero siempre mantienen un mayor volumen para garantizar una sujeción segura.

Figura 6. Supuesto retrato de Jacopo Sansovino, por Lorenzo Lotto (1535). Detalle. (Wikimedia Commons)

Forma de los brazos y ayudas a la apertura

Los compases de tradición medieval presentaban brazos con bordes rectos, como se muestra en la iconografía. Un buen ejemplo de representación tridimensional de estas piezas lo encontramos representado junto al escudo de Juan Guas sobre la puerta de la capilla del Cristo a la Columna (Caridad) en la iglesia de los santos Justo y Pastor de Toledo, completada en 1497[8]. Se refleja aquí quizás una voluntad de dar cierto volumen ochavado o cilíndrico a la zona de solape de los brazos, tal como puede observarse en los ejemplares más pequeños representados en el citado retrato de Hans Behaim, por Jacopo de' Barbari (h. 1503-1505), o en el *Fabricante de Instrumentos* de Bernardo Campi (h. 1560). Este plantea-

miento pervivirá hasta comienzos del siglo XVIII en los compases de dibujo y navegación, normalmente de latón, mientras que en los compases de trabajo, ejecutados en hierro, generalmente se preferirá dejar esta zona aplanada, como se ha visto en el retrato de Sansovino.

En ámbito germánico encontramos que desde finales del siglo XV muchos compases presentan una especie de aletas o resaltes, más o menos elaborados, en el punto donde los brazos se separan y comienzan las puntas. El modelo queda perfectamente definido en la *Melancolía* de Durero (1514) y se va a perpetuar hasta el siglo XVIII, como se observa al contrastar la cronología de las miniaturas del *Hausbuch der Landauerschen Zwölfbrüderstiftung* y del *Hausbuch der Mendelschen Zwölfbrüderstiftung*, en la Stadtbibliothek de Nuremberg[9]. Dentro de este grupo pueden establecerse variantes. La más característica es la que presenta el grabado de Durero, con las alas decoradas y rematadas en curvas. En la misma línea, aunque con una robusta cabeza cilíndrica, está el compás representado en la tabla de San Marcos dentro de la predela del retablo de la Vida de María, del pintor

Figura 9. Compás alemán conservado en el Germanisches Nationalmuseum de Nuremberg. (Wikimedia Commons)

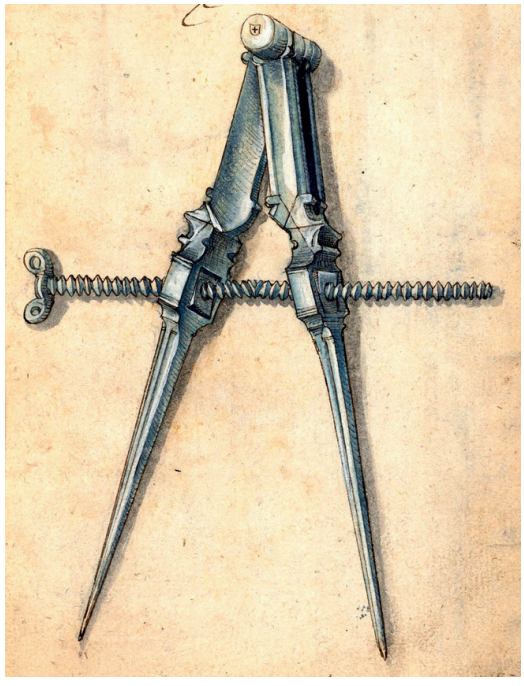


Figura 8. Representación de un compás en el folio 4v del Codex Loeffelholz (h. 1505). (Wikimedia Commons)

mallorquín Martín Torner (h. 1490, Museo catedralicio de Segorbe). Pudo tratarse de una pieza de importación, pues resulta prácticamente idéntico a los ejemplares representados en los folios 4r, 4v y 5r del Codex Loeffelholz (h. 1505, Jagiellonischen Bibliothek Ms. Berol. Germ. Qu. 132), donde se añade un tornillo de ajuste para fijar la apertura (figura 8)[10]. Huelga decir que con el tornillo las alas han perdido su función, porque ahora es este el que regula la apertura. El diseño pervivió hasta bien entrado el siglo XVII, si bien en los ejemplares más tardíos se duplican las lengüetas (figura 7), lo que robustece la cabeza y permite reducir la zona de solape, como se observa en un ejemplar fechado en 1611, conservado en el Germanisches Nationalmuseum de Nuremberg (figura 9)[11].

Dado el ámbito germánico de todos los ejemplos anteriormente referidos, sería razonable considerar que esta solución surgió y pervivió dentro del foco productivo de Nuremberg, donde hubo una especial concentración de herreros especializados en la fabricación de compases de gran calidad. Soluciones análogas existieron en ámbito italiano, como demuestra el retrato de hombre con compás, de

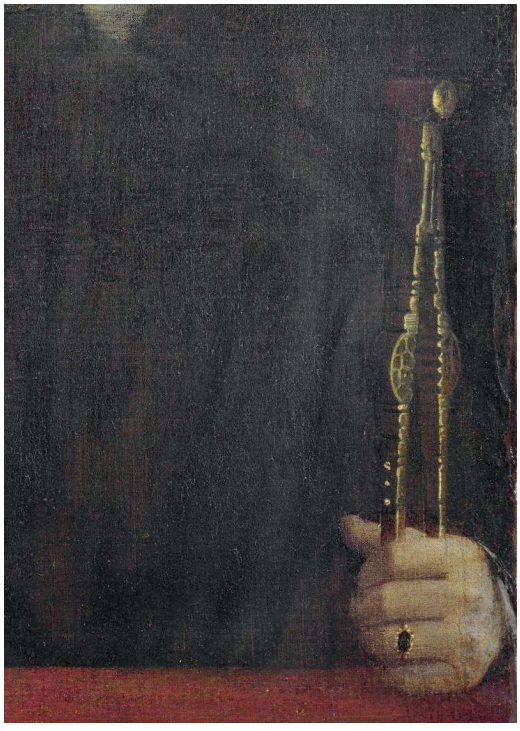


Figura 10. Retrato de hombre con compás, de Gentile Bellini (h. 1500). Detalle. (Wikimedia Commons)

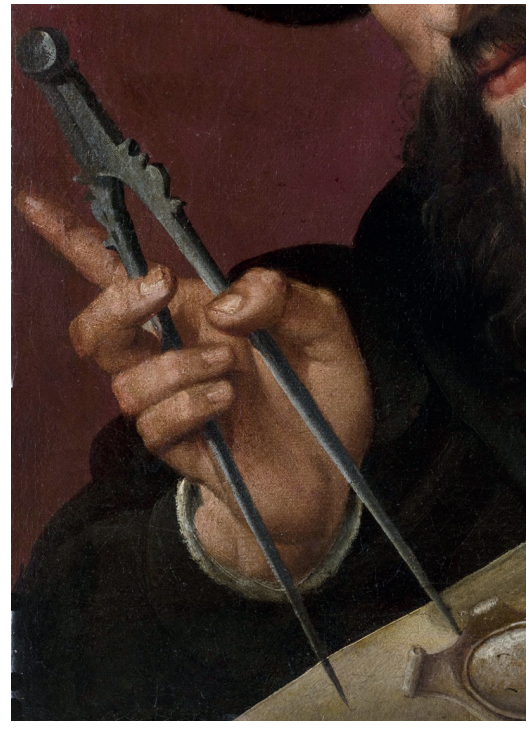


Figura 11. Supuesto retrato de Sebastiano Serlio, por Bartolomeo Passerotti (h. 1570-80). Detalle. (Wikimedia Commons)

Gentile Bellini (h. 1500, National Galerie, Londres), donde las alas son redondeadas (figura 10); y el retrato de Sebastiano Serlio, por Bartolomeo Passerotti (h. 1570-80, Martin von Wagner Museum, Wurzburgo)[12], que se resuelven en una forma parecida a sus precedentes germánicos, aunque con menos resalte (figura 11). En casi todos los casos comentados nos encontramos ante compases de tamaño medio, de unos 30-40 centímetros de largo.

Desconocemos el grado de utilidad real de estos resaltes, cuya difusión fuera del ámbito germánico resultó bastante limitada. Lo importante es que en torno a 1700 derivarán hacia una decoración en forma de S, conformada sobre cada uno de los brazos, que generaba una oquedad donde podían introducirse los dedos para facilitar la apertura[13]. Una versión simplificada, con menos relieve, se extenderá a lo largo del siglo XVIII[14]. En todo caso, estamos ya hablando de compases de uso generalista, no necesariamente vinculados al ámbito de la construcción.

El compás de aparejador

La bibliografía técnica del siglo XVIII recoge en Francia un nuevo tipo de compás, denominado «compás de aparejador» (*compas d'appareilleur*). Este tipo de compás se caracteriza por presentar la zona de solape plana exageradamente desarrollada, dejando únicamente unos 5-7 cm de punta. Su singular configuración permitía aprovechar la zona de solape como falsa escuadra (*fausse équerre*) y de hecho, en la bibliografía de época también se los denomina por este apelativo. Quatrèmere de Quincy lo describe así:

> El compás *de aparejador* es un compás grande de hierro de aproximadamente un pie de largo. Sus brazos son planos. Uno es doble, dispuesto de modo que recibe el brazo sencillo cuando el compás está cerrado. Estos brazos terminan en puntas que forman una línea recta con la parte exterior, de modo que pueden usarse para tomar ángulos como una falsa escuadra, y para trazar, como los

> *compases* comunes, circunferencias y arcos de círculo, y finalmente para tomar todo tipo de medidas en línea recta. (Quatremère de Quincy 1832, I: 423)

Dentro de los compases de aparejador hay distintas soluciones formales. Los más antiguos presentan la cabeza cuadrada y las puntas rectas (figura 12), mientras que en otros las puntas se decoran con curvas en forma de S (figura 13), que finalmente coexistirán con la cabeza resuelta con un remate circular (figura 14). Su origen se remontaría al siglo XVI, como demuestra la presencia de un pequeño compás de este tipo, con cabeza cuadrada y puntas rectas perfectamente definidas, en el estuche de instrumentos de dibujo fabricado por Bartholomew Newsum (h. 1570), en el British Museum (Hambly 1988, 86). Otro compás similar, aunque más primitivo, con cabeza cuadrada pero las puntas desarrolladas de forma especial, se encuentra en el juego de instrumentos italiano conservado en el Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (Hambly 1988, 157). En ambos casos se trata de lujosos conjuntos de objetos de gabinete, donde se estarían reproduciendo algunas herramientas de trabajo manejadas en la época.

Entre los ejemplares ofrecidos a la venta en internet, hemos tenido la oportunidad de localizar recientemente un compás de cabeza cuadrada fechado en 1624, y uno de cabeza circular con el año 1783, lo que sirve para confirmar las suposiciones sobre su cronología. Tal vez la característica forma cuadrada de la cabeza pudo plantearse en un primer momento para poder obtener rápidamente un ángulo recto, pues algunos ejemplares presentaban además una muesca de referencia en el borde. No obstante, sin la muesca el resultado sería muy impreciso, lo que explica su abandono.

Curiosamente estos instrumentos no aparecen recogidos en la bibliografía arquitectónica hasta época tardía, lo que delata un cierto desprecio de los tratadistas por los oficios de la construcción. Es significativo que en la página 205 de *L'architecture des voûtes* (1643) François Derand representa a dos personajes midiendo una maqueta de una bóveda de arista con varias herramientas, entre las que únicamente hay dos compases, de tipo convencional. Sin embargo, los autores del siglo XVIII muestran un panorama diferente, ya que la «fausse équerre» ha reemplazado totalmente al compás entre las herramientas de trabajo. Así se confirma en la lámina II del *Traité de la coupe des pierres*, de Jean Baptiste La Rue (1728, 6) y en la lámina XLIX del *Traité élémentaire de la coupe des pierres*, de Simonin (1792), donde también aparece en el frontispicio (figura 15). Un poco antes de 1700, bajo la doble denominación «compas d'appareilleur o fausse équerre», lo representa Augustin-Charles d'Aviler en la lámina 66 del primer tomo de su *Architecture de Vignole* (1691, I: 237).

La definición más antigua del «compas d'appareilleur» quizá sea la que aparece en el *Dictionnaire Universel* de Antoine Furetière y Henri Basnage de Beauval (1708, s/f). Dentro del ámbito profesional, es Amédée François Frèzier (1737, I: 400) quien hablará del compás de aparejador y lo relacione con la falsa escuadra. Por otro lado, la desaparición por estas fechas del compás tradicional se constata a través de la iconografía gremial desde comienzos del siglo XVIII, ya que la mayor parte de los emblemas corporativos reproducen compases de aparejador cruzados con la tradicional escuadra (Mathonière 2000).

Resulta interesante contextualizar la aparición y desarrollo del compás de aparejador. En la Francia de la segunda mitad del siglo XVI nos encontramos en pleno auge de la estereotomía moderna, donde la saltarregla se convertirá en un instrumento imprescindible[15]. Los arcos medievales presentaban dovelas semejantes que podían resolverse con ayuda de plantillas, pero los arcos carpanel o los capialzados renacentistas presentan ángulos que varían en cada

Figura 12. Compás de cantero gran tamaño, siglo XVII

Figura 13. Compases de cantero, siglo XVII-XVIII

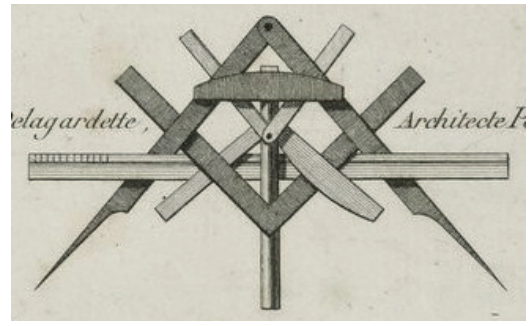


Figura 15. Frontispicio del *Traité élémentaire* de Simonin (1792)

Figura 14. Compás de aparejador o falsa escuadra, siglo XVIII. Cleveland Museum of Arte. (Wikimedia Commons)

pieza, lo que obliga a tomar referencias para cada junta. La saltarregla pasó de ser una herramienta de uso esporádico a un elemento fundamental para el trabajo del cantero. Pero aumentar el número de herramientas complicaba las cosas. Es fácil pensar que, en este contexto, alguien decidiera prolongar la zona de solape del compás, para poder usarlo también como una falsa escuadra. Hay que señalar que los ejemplos más antiguos observados todavía presentan un desarrollo importante de las puntas, lo que explica que hasta 1700 se sigan identificando con los compases tradicionales. Sin embargo, en el siglo XVIII las puntas se reducen al mínimo, por lo que conceptualmente se potencia la idea de que el objeto ya no es un compás que se aprovecha como falsa escuadra, sino una falsa escuadra que también se usa como compás.

Esta herramienta, surgida con el auge de la cantería moderna, debió quedar oscurecida por la recuperación de la tradición medieval. Por otro lado, en el siglo XIX se abaratan los compases de arco producidos industrialmente, que permitían un mayor control de la apertura. Aun así, el elevado número de compases de aparejador que se han conservado sugiere que debieron seguir usándose, pasando de generación en generación. Incluso existen algunos raros ejemplos de fabricación industrial, más reciente. Pero finalmente acabarían cayendo en el olvido.

Notas

1. Puede verse esta solución en el estudio de Igor Eftimovski (2020).
2. Muchos de los compases considerados medievales, son realmente muy posteriores. Este sería el caso del compás conservado en el York Minster Museum, tomado como referencia por James B. Tschen-Emmons (2015) y considerado del siglo XV, aunque responde al formato propio de los compases modernos que tratamos en el último epígrafe.
3. El uso de estos compases de gran tamaño queda recogido en el conocido frontispicio de los tomos del *Dictionnaire raisonné de l'architecture française*.
4. Incluye además un dibujo de un compás de calibre de su colección particular, con un diseño bastante original, que considera obra del siglo XIV.
5. Las miniaturas anteriores consultadas, en su mayoría del siglo XIII, presentan brazos aparentemente continuos, similares a los compases romanos, aunque no debe descartarse totalmente que se trate de una simplificación del copista.
6. Puede hacerse referencia al Pantocrátor de la Biblia de San Luis, en la catedral de Toledo (h. 1226-1234), muy similar al de la Bible Moralisé (Biblioteca Bodleian de Oxford 270 b., fol. 1) También el Dios Geómetra del Codex Vindobonensis 2554, Biblioteca Nacional de Austria, fechable hacia 1220-1230. Cabe añadir también la Biblia Holkham (British Museum Add. 17682, f. 2), de hacia 1325-1330. La construcción del compás

en madera se aprecia en una ilustración de la traducción francesa de De Civitate Dei (s. XIV), Bibliothèque nationale de France, Département des Manuscrits, Français 22913, fol. 2v. Pero no hemos encontrado arcos en ninguna miniatura fechable en el siglo XV.

7. El compás se puede usar para dividir un segmento en partes iguales, por tanteo (Crawshaw y Phillips 1916, 130-131). En estas circunstancias, la inercia del rozamiento entre los brazos dificultaba un ajuste milimétrico, que sí es posible cuando se cuenta con un tornillo auxiliar.
8. Existe otro escudo similar en una ventana de San Juan de los Reyes, pero es obra nueva fruto de la restauración de Arturo Mélida (Romero y Marías 2023).
9. Del primero, véase en el tomo I, ff. 66v (1595), 119r (1647), 157v (1685) y 160v (1692); tomo II, f. 105r (1757). En el segundo, tomo II, ff. 3v (1553), 12r (1560), 36r (1577), 107v (1633).
10. Aquí los compases aparecen dentro del repertorio de herramientas usadas por carpinteros y ebanistas, no por canteros.
11. Existe un compás similar fechado en 1609, en el Museo Arqueológico Nacional (nº inv. 56468).
12. Existe una decoración muy sutil y apenas apreciable, por la misma zona, en el referido retrato firmado por Lorenzo Lotto (1535).
13. La vigencia de esta solución a comienzos del siglo XVIII queda avalada por un compás de latón representado en el retrato de Sebastian Hyller (1718), Museo Municipal de Weingarten.
14. Sospechamos su pervivencia hasta comienzos del XIX, por haber visto un compás de este tipo con la inscripción Peugeot, que podría hacer referencia a la manufactura fundada en 1810. No obstante, también podría tratarse simplemente del apellido del propietario.
15. Sobre los cambios en el siglo XVI respecto a la forma de trabajar la piedra, pueden verse las aportaciones de Calvo y Ros (2011) y Calvo y Rabasa (2016).

Lista de referencias

Azara, Pedro. 2006. La rosa y el compás (o el arquitecto hermafrodita): el símbolo del Colegio de Arquitectos. *DC Papers*. *Revista de crítica i teoria de l'arquitectura*, 15: 235-239.

Calvo López, José y Rabasa Díaz, Enrique. 2016. *Construcción, dibujo y geometría en la transición entre Gótico y Renacimiento*. Artigrama, 31: 67-86.

Calvo López, José. y Ros Sempere, Marcos. 2011. Los instrumentos de los canteros en la transición del gótico al Renacimiento. En *La arquitectura tardogótica castellana entre Europa y América*, editado por B. Alonso Ruiz, 427-433. Madrid, Sílex, 2011.

Crawshaw, Fred D. y Phillips, James D. 1916. *Mechanical Drawing for Secondary Schools*. Chicago-New York: Scott, Foresman and Company.

D' Aviler, Augustin-Charles. 1691. *Architecture de Vignole*. París: Nicolas Langlois.

Daza, Juan Carlos. 1997. *Diccionario Akal de francmasonería*. Madrid: Akal.

Derand, François. 1718. *L'architecture des voûtes*. París: André Cailleau.

Di Pasquale, Giovanni. 1994. Studio su un gruppo di compassi romani provenienti da Pompei. *Nuncius. Annali di Storia della Scienza*, 9-2: 635-644.

Eftimovski, Igor. 2020. Contribution to the study of ancient compasses with examples from Macedonia. *Patrimonium.MK,* 13 (18): 121-136.

Frezier, Amédée-François. 1737. *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois*, París: Hippolyte-Louis Guérin.

Friedman, John Block. 1974. The Architect's Compass in Creation Miniatures of the Later Middle Ages. *Traditio*, 30: 419- 429.

Furetière, Antoine y Basnage de Beauval, Henri. 1708. *Dictionnaire Universel*. Rotterdam: Reinier Leers.

Hambly, Maya. 1988. *Drawing Instruments, 1580-1980*. Nueva York, Sotheby's.

La Rue, Jean Baptiste de. 1728. *Traité de la coupe des pierres*. París: Pierre-Alexandre Martin.

León Coloma, Miguel Angel. 1989. Iconografía de la prudencia en España durante los siglos XV y XVI. *Cuadernos de arte de la Universidad de Granada*, 20: 65-78.

Mathieu, Clément. 2013. *Des équerres et des compas*, Beychac et Caillau: Lavauzelle.

Mathonière, Jean-Michel. 2000. Iconographie et symbolique du blason des compagnons passants tailleurs de Pierre. *Renaissance Traditionelle*, 122: 74-99.

Ovidio Nasón, Publio. 1994. *Metamorfosis*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Quatremère de Quincy, Antoine Chrysostôme. 1832. *Dictionnaire historique d'architecture.* París: Adrien Le Clere.

Romero Medina, Raúl y Marías Franco, Fernando. 2023. 'Tanto monta cortar como desatar': sobre el origen y fin de Juan Guas. *Quintana: revista do Departamento de Historia da Arte*, 22: 1-31.

Shelby, Lonnie R. Medieval Masons' Tools. II. Compass and Square. *Technology and Culture*, 6-2: 236-248.

Simonin. 1792. *Traité élémentaire de la coupe des pierres*. París: Joubert.

Tschen-Emmons, James B. 2015. *Artifacts from Medieval Europe*. Londres: Bloomsbury.

Verstraete, René y Royer, Lionel. 2009. *L'esprit du compas: Outil et symbole*. Turquant; L'àpart Editions.

Viollet-le-Duc, Eugène-Emmanuel. 1874. *Dictionnaire raisonné du mobilier français de l'époque carlovingienne à la Renaissance*. Paris: Librairie centrale d'architecture.

Paraguas octogonales: un experimento de Félix Candela

Juan José Jorquera Lucerga
Maria E. M. Garlock

Félix Candela (1910-1997) fue un prolífico artista estructural hispano-mexicano del siglo XX (Billington 1983), conocido principalmente por sus estructuras laminares de hormigón armado (Faber 1963). A pesar de carecer de formación reglada en este tipo de estructuras, pues la Guerra Civil Española (1936-39) le sorprendió justo antes de su viaje de estudios a Alemania, Candela logró aprender por sí mismo los principios del diseño y la construcción de cubiertas laminares (Candela 1955). El auge de sus contemporáneos, entre los que se encontraban Anton Tedesko, Pier Luigi Nervi o Eduardo Torroja (Cassinello 2010), dio lugar a una creciente popularidad de la construcción de este tipo de cubiertas entre las comunidades de arquitectos e ingenieros, lo que inspiró aún más las obras de Candela.

Las láminas en paraboloide hiperbólico de hormigón armado (conocidos también como *hypars* en la literatura técnica anglosajona) se convertirían quizá en la seña de identidad de un arte que explotaría en su búsqueda incesante de nuevas formas. El paraguas representa una de estas formas resultantes de la geometría del hypar, donde Candela dispondría cuatro tímpanos de paraboloide hiperbólico formando un paraguas invertido de cuatro lados (Figura 1), con un vértice inferior central, con el conjunto descansando sobre un soporte central.

Desde los primeros experimentos de Candela en 1952, el paraguas se utilizó para las cubiertas en toda América, pues la eficiencia geométrica inherente a la doble curvatura y su facilidad constructiva le otorga la capacidad de cubrir un área superior a 150 m^2 con un espesor mínimo de alrededor de 40 mm. La Figura 2 muestra cómo el paraboloide puede generarse como una superficie reglada, formada por dos familias de rectas, o, alternativamente, como una superficie de traslación, formado por dos por familias de parábolas. Así, gracias a ser una superficie reglada, su construcción resulta relativamente económica, pues para su construcción se pueden utilizar elementos rectos de madera como encofrado y barras también rectas de acero como armadura. Por otra parte, el hecho de estar compuesto por dos familias de parábolas le da gran capacidad resistente, pues cualquier punto de la superficie pertenece simultáneamente a dos parábolas, una cóncava (que funciona como "cable") y otra convexa, que lo hace como "arco". El lector puede encontrar descripciones detalladas de las numerosas obras de Candela relacionadas con el paraboloide hiperbólico de 4 lados, así como de su construcción y comportamiento resistente, en los trabajos de Faber (1963) o Garlock y Billington (2008).

Para garantizar el correcto funcionamiento resistente de los numerosos paraguas que proyectó y construyó, Candela solía respetar siempre algunos criterios geométricos: por ejemplo, no sobrepasar los 30 m de luz (Faber 1963) así como mantener una relación R_e/A no inferior a $0.015 m^{-1}$ como límite inferior de esbeltez,

Juan José Jorquera Lucerga – Universidad Politécnica de Cartagena, España; Maria E. M. Garlock – Princeton University, Estados Unidos de América

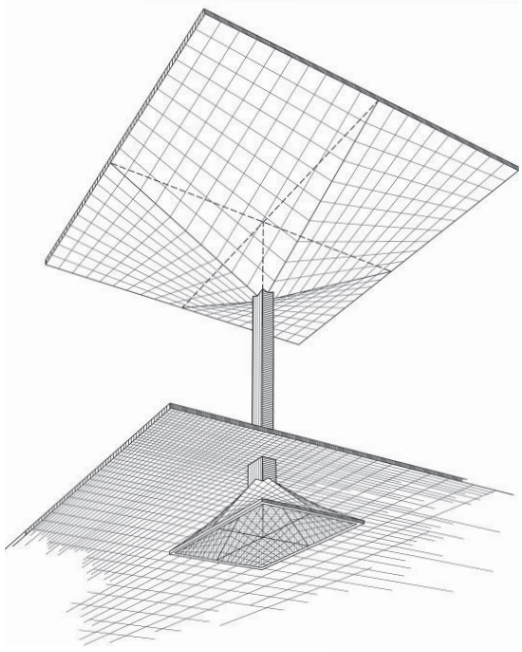


Figura 1. Hiperboloide parabólico (hypar) de 4 tímpanos, o "paraguas" (Del Cueto 2010)

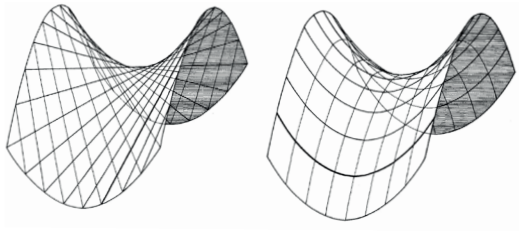


Figura 2. Generación del hypar como superficie reglada (izquierda) o de traslación derecha)

donde R_e es la cota del borde, exterior y horizontal, del paraguas medida desde el vértice central inferior y A su área en planta (Figura 3).

Paraboloides de ocho lados

Sin embargo, Candela se vio abocado a proyectar dos paraboloides que no respetaban los criterios anteriores. El primero es el Palacio Presidencial en La Habana (Fig. 4), propuesto en 1955 (Wiener y Michaelides 1955), cuya construcción resultaría frustrada por la revolución cubana, y para los que Candela propuso una malla de 13x13 hypars de 8 lados y de 8x8 m de tamaño.

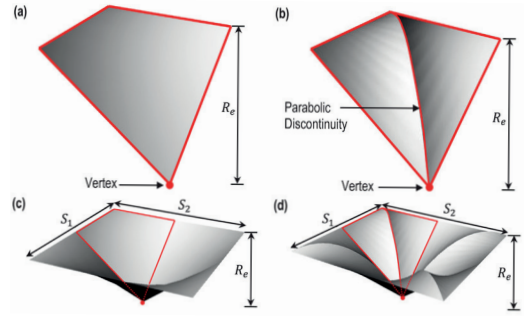


Figura 3. (a) y (b): Tímpano e hypar de 4 lados. (c) y (d): íd. de 8 lados

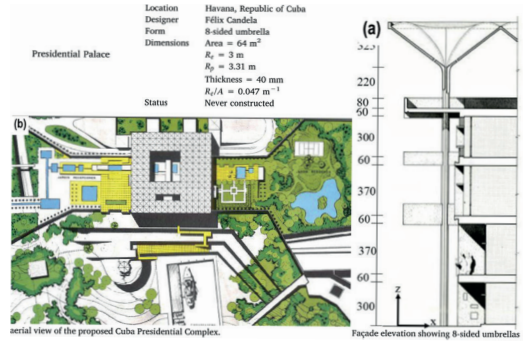
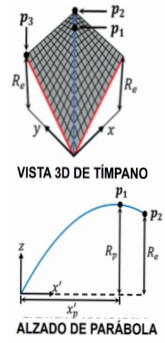


Figura 4. Propuesta para el Palacio presidencial de la Habana

El segundo es el Mercado de Jamaica (Fig. 5), construido en la Ciudad de México (Mendoza, Medjdoub y Chalal 2017) entre 1956 y 1957, y demolido como consecuencia del terremoto en 1985, que dañó los soportes, si bien las láminas propiamente dichas quedaron intactas. El mercado contenía dos filas de 12 paraguas de 8 lados que medían aproximadamente 18 m × 18 m en planta. A pesar de su enorme superficie, un decreto gubernamental impuso que la altura total (R_e) no podía superar los 3 m entre el vértice y los bordes del techo, y que daba como resultado un R_e/A de 0.0092 m^{-1}, lo que llevó a Candela a comentar que «en este caso, me temo que hemos superado el límite» (Faber 1963).

Figura 5. Mercado de Jamaica



Paraguas de 8 lados estudiados

	Palacio presidencial	Mercado de Jamaica.
Ubicación:	La Habana, Cuba.	Ciudad de Méjico.
Tipología:	Paraguas en hypar de 8 lados	
Dimensiones:		
R_e:	3.00 m	3.00 m
R_p:	3.31 m	3.05 m
Espesor:	40 mm	40 mm
R_e/A:	0.047 m^{-1}	0.0092 m^{-1}
Estado:	Nunca construida	Demolida en 1985

Figura 6. Bisectriz parabólica en los tímpanos y datos de los paraguas estudiados

Para ambos proyectos, Candela eligió paraguas de 8 lados: En Cuba, inspirado por la palma real, el árbol nacional de Cuba, y en Méjico porque consideró que introducir los pliegues parabólicos en la diagonal rigidizaría las láminas y reduciría las deformaciones, previsiblemente elevadas dada la esbeltez impuesta a la solución. Los datos de cada solución se detallan en la Figura 6. En la misma figura se muestra cómo los pliegues parabólicos diagonales vienen definidos por dos valores: R_e, o altura del borde del paraguas respecto al centro y R_p, altura máxima que alcanza la parábola en el pliegue parabólico. En los paraguas de 4 lados se verifica que R_p=R_e y no existe discontinuidad en la diagonal.

Esta hipótesis de Candela sobre el mejor rendimiento de los paraguas de ocho lados en comparación con los de cuatro nunca se ha verificado de forma independiente mediante métodos rigurosos de análisis. Con ese objetivo, se presentan los resultados de un estudio paramétrico[1] de contraste (Wang et al 2020), que analiza y compara para ambos casos, utilizando el método de los elementos finitos, las deformaciones de la estructura, así como la distribución de tensiones y esfuerzos de flexión dentro de la lámina (CSI 2011). Además, en este estudio se demostró que los paraguas de 8 lados presentan mejor comportamiento a pandeo que los de 4, si bien los resultados no se muestran en esta comunicación por razones de espacio.

Se han realizado dos estudios paramétricos. El primero estudia el rebajamiento, o relación R_e/A, para un valor R_p/R_e constante, y el segundo estudia la variación de la forma del pliegue parabólico, R_p/R_e, para un rebajamiento constante. Se ha considerado la acción del peso propio, que es la carga más relevante e ilustra muy bien los comportamientos resistentes a estudiar.

Estudio paramétrico del rebajamiento R_e/A

Para el estudio del rebajamiento se realizaron y compararon modelos de 4 y 8 lados. Se realizaron dos series de modelos, la primera basada en las dimensiones de los paraguas de 8 lados de Cuba, y para un valor constante de R_p/R_e=1.10, que se muestra en la figura 7. La segunda serie está basada en las dimensiones de los de México, para un valor constante de R_p/R_e=1.02, y se muestra en la figura 8. En las dos figuras se recuadran en línea discontinua los dos ejemplos proyectados por Candela.

Resultados: flechas

Como era de esperar, las mayores flechas bajo el peso propio se produjeron, para todas las geometrías, en cada una de las cuatro esquinas del paraguas. La figura 9 muestra la deflexión absoluta en las esquinas, δ, de cada configuración en función de R_e/A tanto para las cubiertas inspiradas en la de Cuba como en la de México. Se observa que el aumento de R_e/A se corresponde con una reducción de la deformación global. Además, todos los paraguas de 8 lados mostraron mayores flechas en relación con sus homólogos de 4 lados para cualquier R_e/A. Este comportamiento contrasta con la intención de Candela de

Location	Type	Model designation	$R_e/A(m^{-1})$	R_e(m)	R_p/R_e
Cuba	4-sided	C4-47	0.047	3.00	N/A
		C4-30	0.030	1.92	
		C4-15	0.015	0.96	
		C4-10	0.0092	0.59	
		C4-5	0.005	0.32	
	8-sided	**C8-47**	**0.047**	**3.00**	1.10
		C8-30	0.030	1.92	
		C8-15	0.015	0.96	
		C8-10	0.0092	0.59	
		C8-5	0.005	0.32	

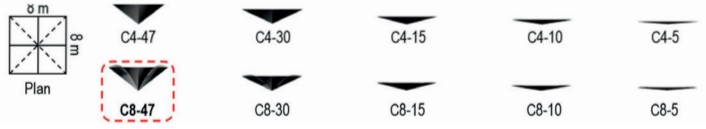


Figura 7. Estudio de rebajamiento. Casos de estudio basados en el modelo de Cuba

Location	Type	Model designation	$R_e/A(m^{-1})$	R_e(m)	R_p/R_e
Mexico	4-sided	M4-15	0.015	4.86	N/A
		M4-10	0.0092	3.00	
		M4-5	0.005	1.62	
	8-sided	M8-15	0.015	4.86	1.02
		M8-10	**0.0092**	**3.00**	
		M8-5	0.005	1.62	

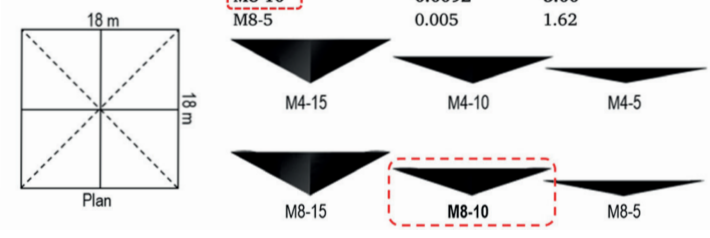


Figura 8. Estudio de rebajamiento. Casos de estudio basados en el modelo de México

proporcionar rigidez adicional a los paraguas tradicionales de 4 lados mediante la bisección de cada tímpano con una discontinuidad parabólica.

Las deflexiones de las esquinas se normalizaron posteriormente, referidas a la longitud en planta de la diagonal, L, lo que permite determinar las relaciones L/δ, tal y como se muestra en la figura 9, y permite la comparación directa entre los límites de deflexión estipulados en la norma ACI 318-14 (ACI 2014), que exige relaciones superiores a 240 o 180 cuando se soportan o no, respectivamente, elementos no estructurales. Se puede observar que todas las geometrías con Re/A = 0,005 m^{-1} no cumplirían este umbral crítico conservador de $L/\delta \geq 240$. Además, mientras que las láminas octogonales del Palacio Presidencial de Cuba habrían resultado satisfactorias desde el punto de vista de la funcionalidad, los hypars de México, con L/δ =116, están muy por debajo de las restricciones de la norma ACI 318. Irónicamente, si Candela no hubiera incorporado pliegues parabólicos en el mercado de Jamaica, su equivalente de cuatro lados, donde L/δ = 246, sí habría verificado los criterios de deformación.

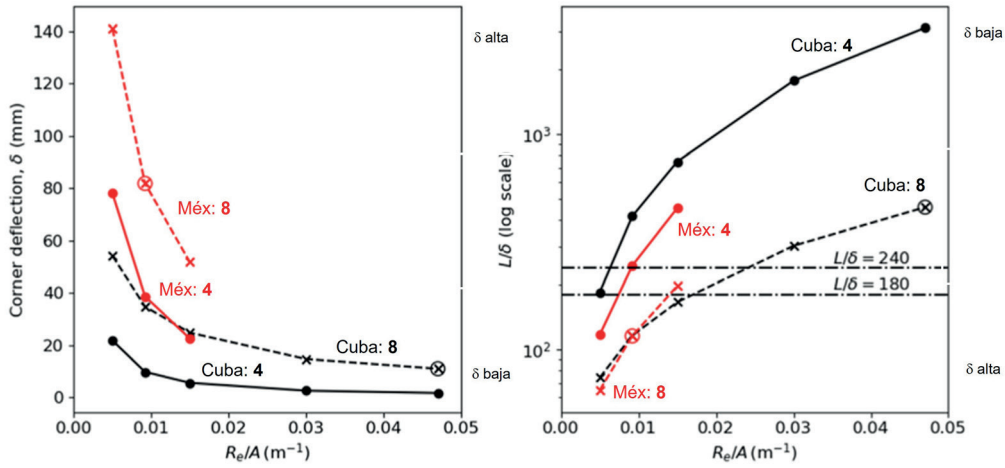


Figura 9. Estudio del rebajamiento: resultados de flechas

Resultados: Flexiones y tensiones

La figura 10 ilustra la distribución del momento flector a lo largo de los ejes locales x e y para un tímpano de los modelos de 4 (C4-47) y 8 lados (C8-47) del Palacio Presidencial de Cuba, como ejemplo representativo de la respuesta general de la serie. La figura 11 presenta, cualitativamente, la distribución y orientación de las tensiones principales de tracción y compresión para un tímpano de los paraguas de 4 y 8 lados pertenecientes al Palacio Presidencial de Cuba, que presentan relaciones R_e/A de 0,047 m^{-1} (fila superior, señalada por círculos) y 0,005 m^{-1} (fila inferior, señalada por rombos). De la observación de ambas figuras resulta evidente que la introducción de un pliegue parabólico en cada tímpano introduce una fuerte discontinuidad en el flujo de esfuerzos en el tímpano, que desaparecería en el hypar de cuatro lados.

El momento flector máximo en valor absoluto y las tensiones principales máximas de tracción/compresión se muestran, también en las figuras 10 y 11, para toda la serie de paraguas que constituyen el estudio paramétrico. Queda claro que los paraguas de 8 lados presentan flexiones y flechas mayores que sus homólogos de 4 lados para un R_e/A dado. Resulta interesante también comparar las tensiones con la resistencia a compresión (f_c' = 4000 psi ≈ 27,6 MPa) y tracción del hormigón, f_t (que se puede estimar como $f_t \approx 0{,}62\ (f_c')^{1/2} = 3{,}3$ MPa). Se observa que, si bien no se supera la capacidad de compresión para ninguna geometría, solo C4-15, C4-30 y C4-47 se encuentran por debajo del límite de la resistencia tracción del hormigón en masa. Además, las máximas tracciones se encuentran localizadas a lo largo de los bordes libres para los paraguas de 8 lados C8-5, C8-10, and C8-15, que señala la necesidad de armadura.

Estudio de la forma del pliegue diagonal parabólico, R_p/R_E

Este estudio paramétrico se ha centrado en la forma del pliegue diagonal parabólico, definido por la cota de su punto más alto, R_p, mientras se ha mantenido constante la relación R_p/R_e. Se consideraron paraguas de 8 m de lado (lo que da un área proyectada de 64 m^2), del mismo tamaño que las láminas de Cuba. Se estudiaron tres valores para R_e de 0,96 m, 1,92 m y 3,00 m, que corresponden a relaciones R_e/A de 0,015 m^{-1}, 0,03 m^{-1} y 0,047 m^{-1}, respectivamente. Para cada elevación del borde, la relación R_p/R_e varió desde la unidad (correspondiente a un paraguas convencional de 4 lados) hasta 1,5, en cuatro incrementos uniformes de

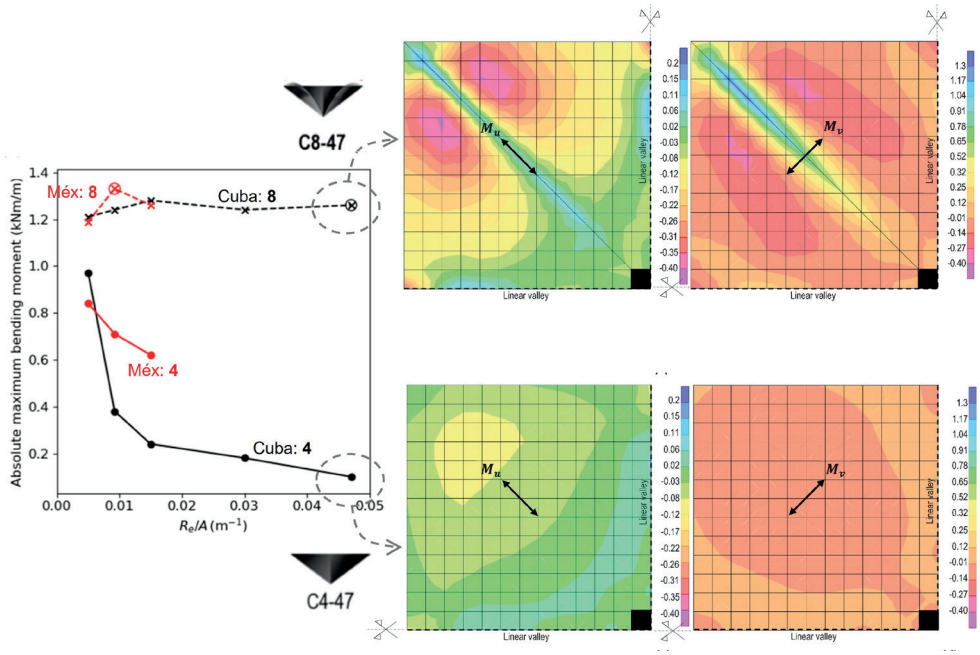


Figura 10. Estudio del rebajamiento: resultados de flexiones

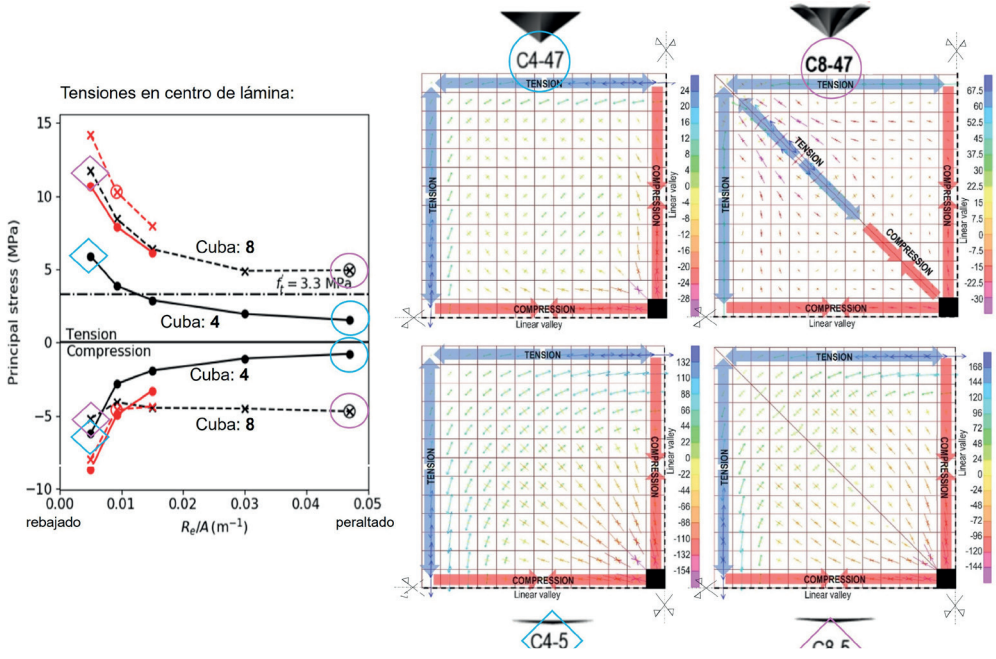


Figura 11. Estudio del rebajamiento: resultados de tensiones

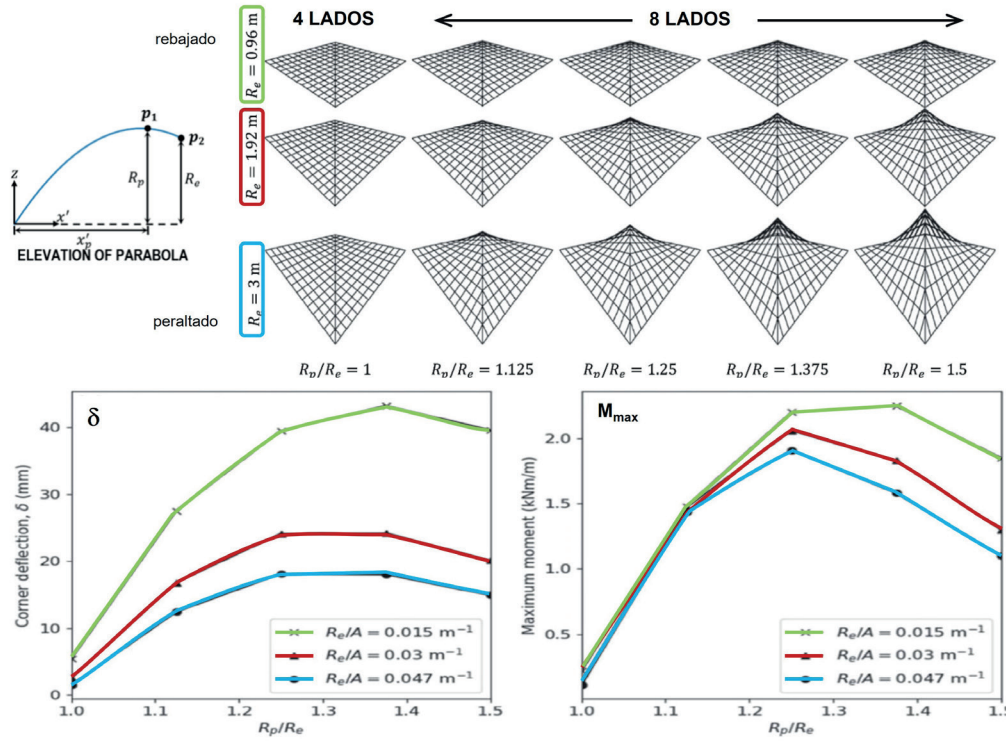


Figura 12. Estudio de la forma del pliegue: Resultados de flechas y flexiones

0,125, como se ilustra en la figura 12. En la misma figura se indican las deflexiones de las esquinas y el momento flector máximo en cada tímpano en función de R_p/R_e para cada R_e/A. Se observa que, para cualquier R_p/R_e dado, el aumento de R_e/A coincide con una reducción de la deflexión de las esquinas y del momento debido al aumento de la rigidez de la cubierta. Además, la ubicación del momento máximo para los hypars de 8 lados se encuentra en las cercanías del punto más alto del pliegue parabólico, en consonancia con los resultados de la figura 10. Para R_e/A de 0,003, 0,047 y 0,015 m^{-1}, tanto la flecha como la flexión parecen aumentar hasta aproximadamente R_p/R_e = 1,25, 1,25 y 1,375, respectivamente, antes de disminuir a medida que el vértice se eleva aún más. Estos resultados muestran cómo, aunque la discontinuidad interrumpe el flujo de fuerzas y provoca la presencia de concentraciones de tensión, la pronunciada inclinación de la parábola contribuye en cierta medida a la rigidez global del tímpano para los valores más altos de la relación R_p/R_e.

Conclusiones

Como resultado principal, los paraguas de 8 lados presentan mayores flechas, esfuerzos y tensiones en comparación con los de 4 lados, lo que refuta la hipótesis inicial de Candela sobre la mejora de la eficiencia estructural que ofrece el pliegue parabólico. Si bien las flechas en las esquinas y las tensiones principales generalmente disminuyen al aumentar la curvatura, la discontinuidad presente en las formas de ocho lados interrumpe el flujo de fuerzas internas, lo que da lugar a concentraciones de tensiones en el vértice parabólico que se manifiestan como grandes momentos. Los paraguas de 8 lados presentan, sin embargo, mayor resistencia al pandeo. Resulta pues, comprensible, que Candela no repitiera esta configuración para sus paraguas posteriores.

Notas

1. En el mencionado estudio, dirigido por los autores, han intervenido además Shengzhe Wang y Annie Levine, de la Universidad de Princeton, y José Antonio Contreras Jiménez, de la Universidad Politécnica de Cartagena.

Lista de referencias

American Concrete Institute. 2014. *Building code requirements for structural concrete* (ACI 318-14).

Billington. D.P. 1983. *The tower and the bridge: the new art of structural engineering*. Princeton University Press.

Candela, F. 1955. Structural applications of hyperbolic paraboloidical shells. *Journal of the American Concrete Institute*, 51, 397–416

Cassinello Plaza, J. 2010. Félix Candela en el contexto internacional de la aventura laminar de la arquitectura moderna, en *Félix Candela, centenario: la conquista de la esbeltez*, 61-109.

Del Cueto Ruiz-Funes, J.I. 2010. Two candela masterpieces at the Bacardí-Mexico bottling plant. *Journal of the IASS*, nº 163, 35-45.

CSI. 2011. *SAP2000 Analysis reference manual*. Computers and Structures, Inc.

Faber, C. 1963. *Candela, the shell builder.* Reinhold Pub. Corp.

Garlock, M., Billington, D.P. 2008. *Felix Candela: Engineer, Builder, Structural Artist.* Yale University Press.

Mendoza, M., Medjdoub, B., Chalal, M. 2017. Documentation of Félix Candela's Jamaica Market hypar shells in Mexico City. *Proceedings of IASS Symposium, Hamburg*

Wang, S., Levine, A., Garlock., Contreras-Jiménez, J.A., Jorquera-Lucerga, J.J. 2020. Structural evaluation of Félix Candela's 8-sided hyperbolic paraboloidal shells. *Engineering Structures*, 222.

Wiener, P.L., Michaelides, C. 1959. *Plan piloto de la Habana: directivas generales, diseños preliminares, soluciones tipo*. NYC, Wittenborn Art Books.

La reconstrucción resiliente tras desastres naturales: La riada de Santa Teresa de 1879 en Murcia (España)

Vincenzina La Spina
David Navarro Moreno

En la noche del 14 al 15 de octubre de 1879, la trágica riada de Santa Teresa que arrasó la vega de Murcia provocó la desaparición de cientos de personas y de sus humildes viviendas, que eran, la gran mayoría de ellas, tradicionales barracas o sencillas casetas.

Al igual que en otros eventos catastróficos, la magnitud de los hechos tuvo una repercusión inmediata en la sociedad de la época, tanto a nivel nacional como internacional, que activó mecanismos de solidaridad mediante la recaudación de fondos, pero sobre todo, impulsó la construcción de nuevas viviendas tan solo unos meses después.

Diversas investigaciones y publicaciones se han realizado con el fin de relatar y analizar el hecho histórico a través del impacto que causó en la prensa local e internacional de la época (Pérez y Torres 1962; Arroyo 2018); a través del estudio de uno de los primeros reportajes fotográficos realizado en España sobre una catástrofe, el de Juan Almagro (Martínez 2018); a través de la gestión del episodio, de la toma de medidas para el auxilio y socorro de las víctimas en varias de las localidades afectadas (González 2014); etc. Sin embargo, hasta la fecha ninguna de ellas se ha centrado en el estudio de las propuestas constructivas promovidas por dos de las principales juntas y comisiones que gestionaron la tragedia.

En consecuencia, el principal objetivo es investigar y analizar las medidas adoptadas para gestionar la emergencia, así como, dar a conocer las propuestas de reconstrucción promovidas, tanto por la Junta de Señores Senadores y Diputados como por la Junta de Madrid. Por ello, se analizan las soluciones constructivas planteadas y su relación con la arquitectura tradicional local. Además, se contextualiza y confronta la gestión de la catástrofe y la posterior reconstrucción con otras actuaciones llevadas a cabo en situaciones similares, como es el caso de los devastadores terremotos que sacudieron España durante el siglo XIX.

La investigación se ha fundamentado en diversas fuentes bibliográficas de la época, siendo de especial importancia el artículo publicado en 1880 en la revista *Anales de la construcción y de la industria*, y las memorias redactadas tanto por la Junta de Señores Senadores y Diputados como por Junta de Socorros de los vecinos de Madrid. Además, se ha consultado la documentación histórica, iconográfica, fotográfica y archivística que se custodia en el Archivo Municipal de Murcia (AMM) y en el Archivo General de la Región de Murcia (AGRM). En este sentido, cabe destacar los testimonios escritos durante el mismo año de la riada de Rodolfo Carles (1879) y José Martínez Tornel (1879).

La riada de Santa Teresa de 1879: catástrofe, repercusión y gestión

La riada de Santa Teresa que asoló la huerta de Murcia entre el 14 y 15 de octubre de 1879 fue provocada por una crecida extraordinaria del Guada-

Vincenzina La Spina; David Navarro Moreno – Universidad Politécnica de Cartagena

lentín, uno de los principales afluentes del río Segura. Ésta devastó el Valle del Guadalentín y toda la Vega del Segura donde se produjeron importantes daños, tanto materiales como humanos, ya que en total se contabilizaron más de un millar de fallecidos (Pérez y Torres 1962).

Todo comenzó el 14 de octubre a mediodía cuando el frente de riada llegó a la ciudad de Lorca. Sin embargo, al caer la noche, la crecida hizo acto de presencia en las inmediaciones del término de Murcia, desdibujando las poblaciones de Alcantarilla, Voz Negra, Era Alta, Nonduermas y otros términos a la derecha del Segura, en donde el agua llegó a alcanzar casi los dos metros y medio de altura. Alrededor de las dos de la madrugada la riada ya inundaba la ciudad, los serenos avisaban a viva voz, las campanas de la Catedral tocaban a rebato y las caracolas de los huertanos no cesaban de sonar puesto que el río había superado con creces su cauce (López 1999). Al amanecer, el periodista José Martínez Tornel pudo corroborar con sus propios ojos que «la huerta, de un lado y de otro, vista desde la torre de la Catedral es un mar, no se ve más que agua». (Martínez 1879, 5-7)

Los supervivientes de la tragedia se encontraban en una situación desesperada ya que se vieron privados no solo de su medio de subsistencia, pues los campos de cultivos estaban anegados, sino que también, y lo que aún era más grave, se hallaban viviendo a la intemperie (Martínez 2018, 49). Según los cálculos del agrimensor Juan Belando y Meléndez un total de 2.611 casas fueron destruidas, 574 se encontraban en estado de ruina y 157 resultaron dañadas en la huerta de Murcia (Fig.1).

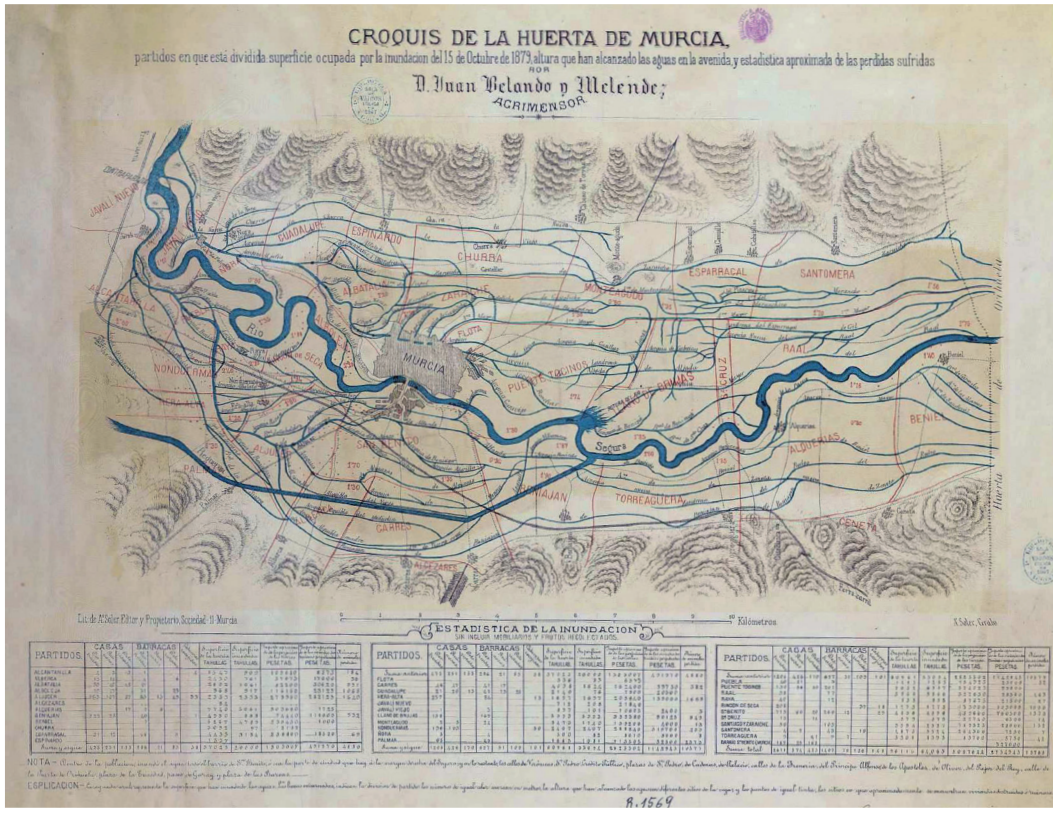


Figura 1. Croquis de la Huerta de Murcia, partidos en que está dividida: superficie ocupada por la inundación del 15 de octubre de 1879; altura que han alcanzado las aguas en avenida y estadística aproximada de las pérdidas sufridas, Juan Belando y Meléndez, 1978 (Biblioteca Nacional de España, MV/8)

Figura 2. Portada del periódico solidario París-Murcie, núm. único, diciembre de 1879 (Archivo Municipal de Murcia, Hemeroteca digital)

Figura 3. Portada de *La Ilustración Española y Americana* del 30 de octubre de 1879 (Archivo General de la Región de Murcia, Planero, 3/1,29)

La repercusión nacional e internacional: la representación de la catástrofe en la crónica de la época

Ante el escenario de devastación que presentaba la zona la respuesta inmediata fue una ola de solidaridad que incluso trascendió las fronteras españolas. El periódico madrileño *El Imparcial*, uno de los más importantes de la época, el 16 de octubre de 1879, impulsó la creación de una suscripción pública con el fin de recaudar donativos con los que poder socorrer a los damnificados de la riada. Esta iniciativa fue secundada por otros diarios como *La Correspondencia de España* y, en especial modo, por el murciano *El Diario de Murcia* (Martínez 1879, 27-31). Además, los periódicos editados en Murcia hicieron un amplio despliegue de información que permitió dar a conocer lo acontecido a la prensa internacional. Así pues, según las fuentes documentales, la asociación de la Prensa Francesa editó en apoyo a las víctimas de la inundación, el periódico *Paris-Murcie* dirigido por Víctor Hugo, con ilustraciones de Gustave Doré, donde se coleccionaban rúbricas de dirigentes y artículos de intelectuales (Fig. 2). Otras publicaciones que también incluyeron noticias y grabados del suceso fueron *Le Monde Illustré, L'Illustration, The Graphic, Murcia-Paris, El Globo, La Ilustración Española y Americana, La Correspondencia de España* (Fig. 3 y 4).

La importancia del acontecimiento hizo que el 20 de octubre de 1879, llegara el rey Alfonso XII a la estación de Alcantarilla para visitar los principales puntos afectados (Fig.5). Además, la reina Isabel II, exiliada en París, organizó una rifa de objetos artísticos en ayuda a Murcia y en el Hipódromo de París se preparó un gran festival a beneficio de los damnificados. Sin embargo, Francia no fue el único país que

Figura 4. Grabado de *Vistas tomadas de diferentes trozos del camino de la capital á Alcantarilla*, publicado en *La Ilustración Española y Americana* del 30 de octubre de 1879 (Archivo General de la Región de Murcia, Planero, 3/1,1)

demostró su caridad, ya que hubo suscripciones y actos benéficos también en Italia, Bélgica, Inglaterra, Rusia, Turquía, Grecia, Egipto, Filipinas y otros países o ciudades americanas como Cuba, Méjico, Veracruz, Montevideo y Buenos Aires (Pérez y Torres 1962, 39 y 48). Los ecos de la catástrofe incluso llegaron hasta Nueva York donde se realizaron conciertos de música en favor de Murcia (López 1999; Luján y García 2019).

El testimonio gráfico que proporcionan principalmente los grabados, incluidos en las publicaciones mencionadas, junto con el reportaje fotográfico de Juan Almagro (Martínez 2018), no solo refleja la devastación y la situación de la Huerta de Murcia, sino que también permite conocer de primera mano las particularidades constructivas de las edificaciones de la huerta murciana a finales del siglo XIX (Fig. 6). Éstas se caracterizaban por ser sencillas construcciones, principalmente barracas, sin embargo, también había otras más robustas de muros de mampostería, ladrillo o adobe con pesadas cubiertas de teja cerámica sobre cañizos y tierra o con cubiertas planas ligeras de tierra roya o láguena (La Spina 2016).

La gestión del desastre: las primeras medidas y construcciones temporales

A los pocos días de la catástrofe, el 19 de octubre de 1879 se promulgó un Real Decreto:

Figura 5. Grabado sobre la visita de Alfonso XII a las zonas afectadas por las inundaciones de 1879, dibujo de Comba según apuntes de Arroyo, publicado en *La Ilustración Española y Americana* del 30 de octubre de 1879 (Archivo General de la Región de Murcia, Planero, 3/1,110)

Figura 6. Aspecto de las casas destruidas en el camino de Beniaján tras la riada de Santa Teresa, fotografías de Juan Almagro Roca, 1879 (Archivo General de la Región de Murcia, FOT_POS,084/083 y FOT_POS,084/084)

> … por el que en Madrid y en cada una de las capitales de provincias y cabezas de partido, se abre una suscripción para el alivio de los que han sufrido por causa de las inundaciones ocurridas los días 14 y 15 de este mes. (Gaceta de Madrid 1879, 181)

En consecuencia, la acción en beneficio de los afectados de la inundación se basó exclusivamente en la caridad pública, promovida tanto por los poderes públicos como por los particulares. Por ello, con el fin de poder gestionar la catástrofe y sobre todo los donativos recaudados se organizaron numerosas juntas y comisiones destinadas desde un principio a remediar los males producidos por la inundación. Se creó una Junta compuesta por los senadores y diputados de las provincias de Alicante, Almería y Murcia así como diversos senadores vitalicios que se conoce como la 'Junta de Socorros de Señores Senadores y Diputados' (en adelante Junta de Senadores y Diputados) cuya labor quedó recopilada en la memoria publicada en 1883 con título *Memoria de la Junta de Senadores y Diputados creada por el Real Decreto de 18 de octubre de 1879 para la distribución de socorros a las comarcas inundadas de las provincias de Alicante, Almería y Murcia* (González 2014, 201). Además, en cada provincia afectada se constituyeron también Juntas Provinciales de Socorro, presididas por el gobernador civil correspondiente y en caso específico de Murcia con una presidencia de honor que ostentaba el obispo. De igual modo, el Ayuntamiento de Murcia creó comisiones especiales de sanidad, estadística y auxilios para gestionar la catástrofe (López 1999; Luján y García 2019).

Tal y como se especifica en la introducción de la Memoria de la Junta de Senadores y Diputados su principal función consistía en «distribuir socorros a las comarcas inundadas de las provincias de Alicante, Almería y Murcia» (Memoria de la Junta de Senadores y Diputados 1883) por ello, la Junta proveyó de fondos a los respectivos gobernadores en dos fases con fines diversos. La primera correspondió con los momentos inmediatos a la catástrofe, es decir, con la fase de emergencia cuando era más apremiante el albergue, el abrigo y el sustento de la población afectada. Y la segunda, más dilatada en el tiempo, equivaldría en la actualidad con la rehabilitación o la reconstrucción y supuso emprender acciones encaminadas a la reparación o reconstrucción de casas y barracas, así como a la reposición de sus aperos y útiles de labranza, a la limpieza de cauces, etc. (González 2014, 202 y 203).

En paralelo, el pueblo de Madrid de forma espontánea en respuesta al llamamiento realizado por *El Imparcial* abrió una subscripción popular para ayudar a las provincias afectadas constituyéndose así la 'Junta de Socorros de los Vecinos de Madrid' (en adelante Junta de Madrid). La junta nombró una Comisión tan solo 2 días después de la calamidad, el 17 de octubre, y el 23 del mismo mes acordó que se desplazara a Murcia «a fin de recorrer los sitios inundados para apreciar con exactitud los efectos de la catástrofe» (Memoria de la inundación 1892, 39). A los 5 meses, el 20 de marzo de 1880, la comisión acometió un segundo viaje con el fin de comprobar *in situ* la marcha de todas las actuaciones acordadas y costeadas por la Junta de Madrid.

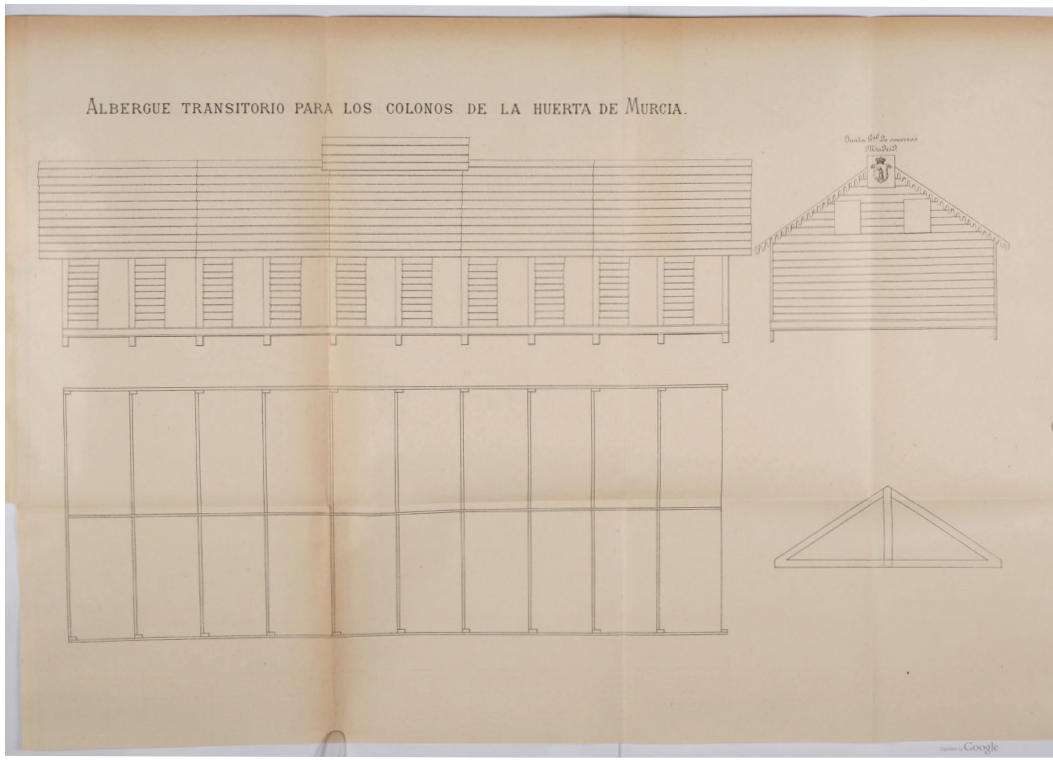


Figura 7. Planos del Albergue transitorio para los colonos de la huerta de Murcia (Memoria de la inundación 1892, 241)

En definitiva, la Junta de Senadores y Diputados atendió principalmente actuaciones que podrían considerarse como de 'interés general' mientras que la Junta de Madrid se centró fundamentalmente en cubrir las necesidades básicas de los damnificados, aunque para ambas la vivienda fue una prioridad, por lo que promovieron la construcción de diversas edificaciones.

A modo de ejemplo, en relación a la gestión inmediata de la tragedia y la urgente necesidad de dar un cobijo temporal a todas aquellas personas que habían perdido todo, destaca la propuesta de albergues transitorios para los colonos recogida en la memoria redactada por la Junta de Madrid firmada por Ricardo López el 8 de noviembre de 1879 (Fig. 7). Éstos se describen como un barracón para el refugio de 20 familias, que no tienen donde refugiarse, cuya principal particularidad era «la prontitud de su construcción y el poco desperfecto de madera». (Memoria de la inundación 1892, 241)

Según el presupuesto que se incluyó en la memoria, para su construcción se contemplaba exclusivamente la utilización de madera en forma de tablones para la ejecución de pilares, carreras, tirante, divisiones y rodapiés; de tablas para realizar las cubiertas, divisiones, frentes, costado y puertas y, por último, de listones para hacer divisiones, costillas, batientes y listones con la ayuda de púas, tornillos cerrajas, pernios y clavos. Además, se especificaba expresamente que el transporte del material sería a tan solo a una legua de distancia (Memoria de la inundación 1892, 242). Esta propuesta se seleccionó de entre todos los proyectos más racionales que se ensayaron también porque tras la riada, en la huerta de Murcia, había que lidiar con la carestía de los materiales, puesto que los cañares habían desaparecido y las canteras, tejares y yeseras se hallaban anegadas.

En eventos catastróficos, tanto anteriores como posteriores, a modo de ejemplo los terremotos de la

Vega Baja de 1829 y de Andalucía de 1884, se tiene constancia escrita y gráfica de las soluciones temporales que los vecinos levantaron como sus propias manos para refugiarse (Scibilia y La Spina 2019 y 2025). Sin embargo, se trataba de barracas o chozas de poca sustancia según la memoria de Larramendi de 1829 o de simples tiendas de campaña de tela, de chozas o de casetas de madera como las de Andalucía (Canales y Melis 1999). Su ejecución no se fundamentó en un proyecto previo y se ejecutaban, salvo en el caso de las casetas de madera, reaprovechando principalmente los materiales de los propios derribos, algo imposible en el caso de la riada de Santa Teresa tras la cual tan solo quedaban informes ruinas.

La reconstrucción: propuestas y reinterpretación de soluciones constructivas

El artículo publicado en *Anales de la construcción y de la industria* es la principal fuente para conocer con detalle las propuestas más destacadas promovidas tanto por la Junta de Senadores y Diputados como por la Junta de Madrid. La primera de ellas constituyó una Comisión de Ingenieros de Caminos que salió de Madrid hacia la zona devastada el 26 de octubre de 1879 y que a los pocos días de recibir el encargo, el 5 de noviembre de 1879, presentó un proyecto de casetas y barracas. En cambio, la Junta de Madrid se dirigió en general a los arquitectos y constructores respondiendo a la invitación la Sociedad de Arquitectos con una propuesta redactada por José Marín Baldo y otra por Enrique Sánchez Rodríguez (Carderera 1880, 87-88). Las propuestas de ambas juntas proponían la construcción bien de unas barracas o bien de unas casetas para dar cobijo lo más rápidamente posible a los supervivientes que habían perdido sus viviendas. Sin embargo, éstas no fueron las únicas, ya que como se ha indicado anteriormente se crearon juntas de socorros en Cataluña, Valencia, Tarragona, Baleares y otras provincias españolas que también dispusieron la construcción de casetas y barracas (Carderera 1880, 88). Asimismo, en la memoria redactada por la Junta de Madrid se incluyeron otros proyectos de viviendas, además del ya mencionado albergue transitorio, en el apartado con título «Edificaciones y subvenciones de casas y barracas construidas por la Junta o por sus dueños», que son nuevamente tanto de barracas como de casas y que presentan diversas soluciones constructivas (Memoria de la inundación 1892, 238-290).

Las propuestas presentadas: barracas y casetas

El aspecto más destacado de las construcciones diseñadas por la Comisión de Ingenieros de Caminos es que se propusieron varias soluciones constructivas de las dos clases de edificios planteados, las barracas y las casetas. Por ello, se elaboraron diversos presupuestos, cambiando los materiales con el fin de que la Junta de Senadores y Diputados pudiera elegir la opción que considerara más conveniente.

Según la memoria que la Comisión de Ingenieros remitió a la Junta se estudiaron las condiciones que debían reunir los nuevos edificios teniendo como referencia las casas (casetas) y las barracas que antes poblaban la huerta murciana. En consecuencia, de ésta se evidencia la espacialidad (de 32 o 40 m2) y la materialidad de las construcciones destruidas (madera, tapial, adobes, cañas y zarzos) y se compara la caseta con la barraca concluyendo que esta última era mejor para la cría del gusano de seda debido tal vez a su mayor permeabilidad al aire. Al proponerse ambas soluciones para la reconstrucción no se da preferencia a ninguna de ellas, tan solo se indica que deben edificarse de forma más sólida y se especifica que las casetas deben reunir las condiciones de ventilación y disposición más análogas posible a las que gozan las barracas, para garantizar el buen funcionamiento de la industria de la seda. En relación con las condiciones de estabilidad, para defender la construcción frente a inundaciones ordinarias, tanto las casetas como las barracas se elevan sobre un terraplén de 50 centímetros y se proyecta un zócalo con materiales resistentes a las múltiples acciones destructoras de las aguas. En cambio, para evitar que la construcción fuera arrastrada en caso de las grandes crecidas se opta por triangular y atar fuertemente los entramados de madera o por dar grandes espesores a los muros, así como por establecer bajo cubierta unos travesaños de madera dedicados a la cría del gusano y que pudieran servir de refugio para los moradores durante una inundación (Carderera 1880, 88-89).

Atendiendo a los mencionados criterios, en la revista *Anales de la construcción y de la industria* se publicaron los planos de los diferentes proyectos que los Ingenieros de Caminos habían seleccionado tras su

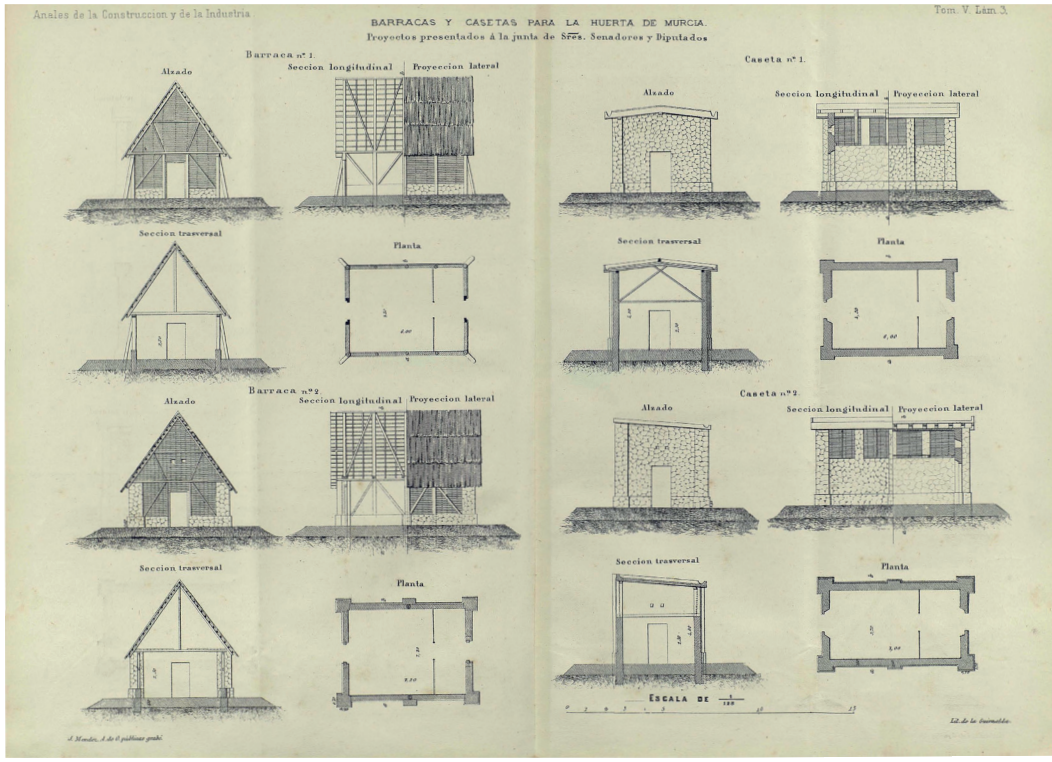


Figura 8. Planos de *Barracas y casetas para la huerta de Murcia* con los proyectos presentados a la Junta de Senadores y Diputados: barraca nº1 y 2 (izda.), caseta nº1 y 2 (drcha.) (Carderera 1880, tomo V, lám. 3)

MODELOS	Zócalo y cierres de cañizo	Zócalo de mampostería y cierres de cañizo	Doble cierre de cañizo	Muros de mampostería de 30cm de espesor	Muros de ladrillo de 14cm de espesor
Núm. 1	384,22	457,35	“	560,85	620,79
Núm. 2	“	580,72	597,82	664,09	709,18

Tabla 1. Presupuestos para las barracas (valores en pesetas) (Carderera 1880, 89).

MODELOS	Muros de mampostería y cierres de cañas	Muros de ladrillo y cierre de cañas	Muros de mampostería en toda la altura	Muros de ladrillo de 21cm de espesor en toda la altura
Núm. 1	597,11	848,86	667,88	112,04
Núm. 2	664,35	977,22	695,49	1114,42
Núm. 3	“	“	1189,73	1937,87

Tabla 2. Presupuestos para las casetas (valores en pesetas) (Carderera 1880, 89)

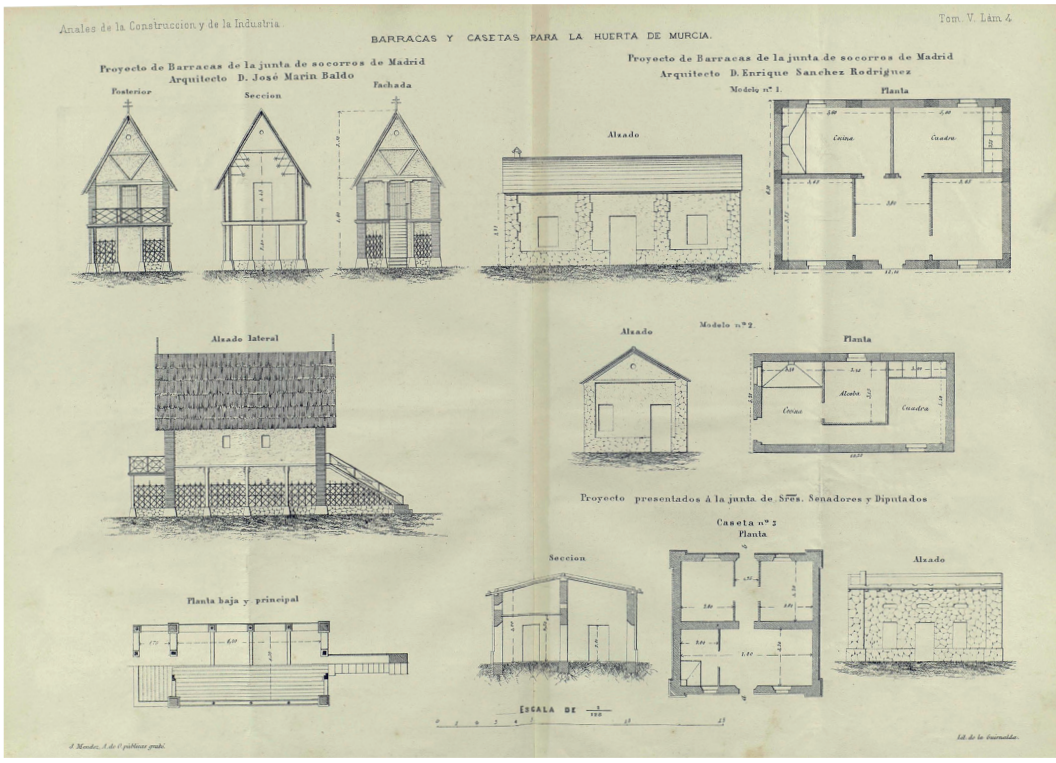


Figura 9. Planos de *Barracas y casetas para la huerta de Murcia* con los proyectos de José Marín Baldo (izda.) y de Enrique Sánchez Rodríguez (drcha.) (Carderera 1880, tomo V, lám. 4)

estudio: 2 propuestas de barraca y 3 de caseta, la última de mayores dimensiones y por tanto de mayor coste (Fig. 8 y 9). Además, gracias a los presupuestos incluidos en sencillas tablas es posible conocer los diferentes modelos de soluciones constructivas y combinaciones de materiales planteados para las nuevas construcciones (Tabla 1 y 2) (Carderera 1880, 89).

Sin embargo, el proyecto más singular de todos fue el presentado el 1 de diciembre de 1879 por el arquitecto murciano José Marín Baldo ya que realizó una personal interpretación de la ancestral barraca murciana, que incluso le avaló, años después, para tener un papel protagonista en la reconstrucción de las poblaciones andaluzas afectadas por el brutal seísmo de 1884 (Burgos et al 2018, 9-10; Scibilia y La Spina 2025). Por tanto, su figura ha trascendido principalmente por colaborar activamente en la realización de diseños, tanto arquitectónicos como urbanísticos, para localidades afectadas por catástrofes naturales y por proponer adelantadas propuestas de viviendas para jornaleros en 1882 (Torres 2025).

Marín Baldo consideraba, al igual que la Comisión de Ingenieros, que la barraca era la mejor solución constructiva para la cría del gusano de seda, una de las principales industrias locales. No obstante, para corregir sus principales inconvenientes frente a las avenidas de agua eleva su propuesta, al igual que las construcciones lacustres, sobre pies derechos de madera sin labrar, que arrancan de cepas de mampostería y cantería, y asegura los ángulos con cuatro machones de ladrillo. Sobre estos apoyos dispone el piso de tablas de la barraca y la peraltada cubierta de albardín que a su vez sirven de sustento para los cierres de cañas y yeso que proyecta en sustitución de los muros de la fachada. Al piso principal se accedía mediante una escalera exterior y se destinaba tanto a la familia como a la cría del gusano, y a través de esta única estancia se podía pasar a un balcón situado en la parte opuesta a la entrada,

Figura 10. Grabado del 'Proyecto de barracas para la huerta de Murcia' de José Marín Baldo, publicado en *La ilustración Americana y Española* del 31 de diciembre de 1879 (Archivo Regional de Murcia, Planero, 3/1,56)

considerada como la zona de «desahogo de la casa y balsa que en los días de apuro ha de prestar inmenso servicio para librarse de una muerte segura» (Carderera 1880, 89). Los corrales y las cuadras, en cambio, se situarían debajo del piso principal y al lado de la barraca se construiría un pequeño horno y la cocina (Figs. 9 y 10). El presupuesto inicial de su propuesta era de 635,04 pesetas, pero tuvo que incrementarse un 10% por falta de licitadores. Inicialmente, se subastaron y se empezó la construcción de 100 barracas, no sin afrontar bastantes dificultades, la más destacada fue la interrupción de las obras por culpa del huracán que entre el 11 y el 14 de enero de 1881 azotó la huerta de Murcia. Éste provocó bastantes daños en las barracas tanto concluidas y entregadas como en aquellas aún sin concluir ni entregar (Memoria de la inundación 1892, 271).

En cambio, el arquitecto Enrique Sánchez Rodríguez presentó dos modelos de casetas diferentes entre sí por sus dimensiones y disposición concebidas no exclusivamente para la huerta de Murcia, sino también para las otras provincias afectas por las inundaciones y, por ello, prescinde de ciertas disposiciones de detalle (Fig. 9). En este caso, los materiales previstos eran: la mampostería para la cimentación, zócalos y pilares; los adobes para los entrepaños de los muros y la teja para la cubierta. La construcción era más duradera que las preexistentes, pero su coste también era mayor, ya que su presupuesto ascendía a 1.253,12 pesetas para la caseta de mayor tamaño y a 767,30 para la menor (Memoria de la inundación 1892, 281 y 282).

Además de los proyectos ya explicados e incluidos en el artículo de Carderera (1880), en la memoria de la Junta de Madrid se publicaron otras propuestas de casas para la reconstrucción de Murcia y otras localidades afectadas. El ya mencionado albergue transitorio de madera formaba parte de una propuesta que, además, incluía dos casitas rústicas, una de mayores dimensiones para labradores acomodados (Fig. 11) y la otra, en cambio, para labradores pobres o jornaleros. El elemento más característico de este proyecto son los «postes de mampostería», es decir, unos pilares de sección variable, como si de contrafuertes se tratara para que pudieran hacer frente a las corrientes de una futura riada (Memoria de la inundación 1892, 241).

La influencia constructiva de la barraca murciana en las propuestas descritas

Hasta mediados del siglo XVIII en la huerta de Murcia la barraca fue la tipología predominante frente a otro tipo de edificaciones, contabilizándose alrededor de 4249 ejemplares. No obstante, con el paso de los años su número fue disminuyendo hasta acabar por desaparecer ya avanzado el siglo XX (Botías 2018).

La barraca constituía la unidad de vivienda elemental donde residían las familias de agricultores más humildes. Presentaba una geometría muy sencilla, con una planta rectangular de reducidas dimensiones y tejado a dos aguas con faldones de pronunciada pendiente. Solía constar de dos zonas, una pública consistente en un espacio polifuncional que hacía las veces de cocina-comedor-sala de estar, y una privada, correspondiente a la alcoba. En

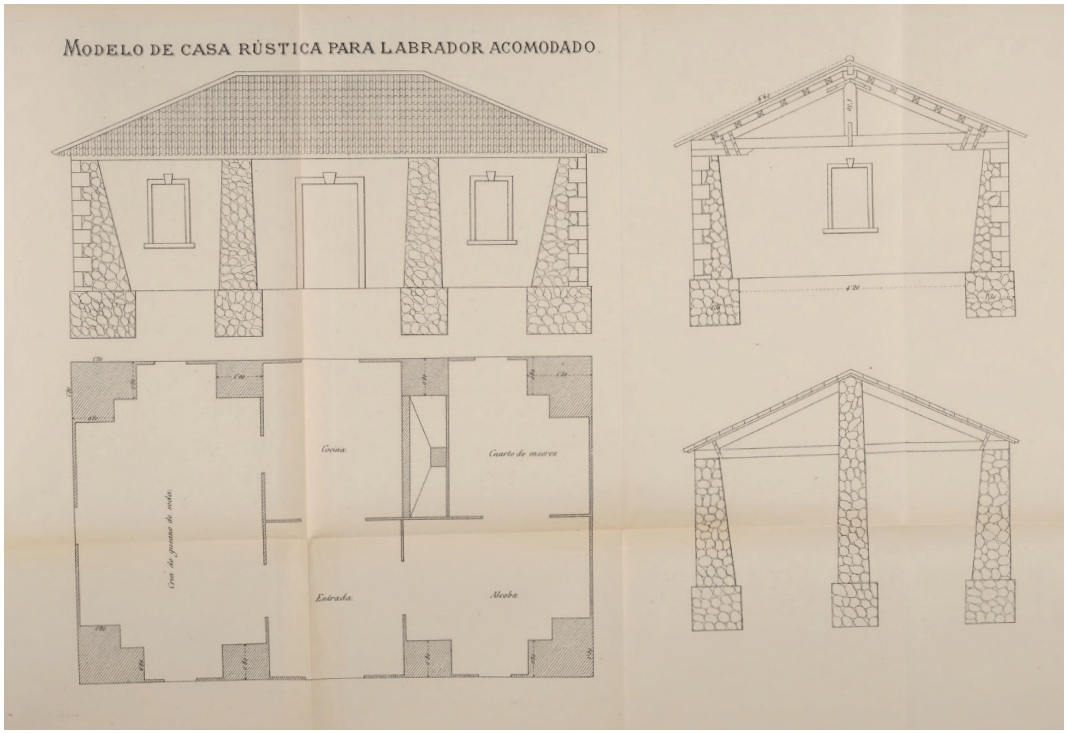


Figura 11. Planos del *Modelo de casa rústica para labrador acomodado* (Memoria de la inundación 1892, 243)

algunas ocasiones sobre la alcoba se disponía de una pequeña cámara o andana, útil como almacén y para la cría de los gusanos de seda. Desde el punto de vista constructivo se caracterizaba por la pobreza de materiales empleados, todos ellos procedentes de su entorno más inmediato: muros de adobe (atobas), techumbre elaboraba con cañas atadas con cuerdas de esparto (cañizo) y recubiertas con paja y albardín (una especie parecida al esparto). En algunas ocasiones el adobe era sustituido por entramado de madera de morera y cañizo recubierto de barro (barracas de testeros) (Calvo 1982; La Spina 2016; Soldevilla 2001).

Desde el punto de vista arquitectónico y constructivo, al comparar la tipología original con las propuestas formuladas y reinterpretadas para la reconstrucción se aprecia que los Proyectos de barracas presentados a la Junta de Senadores y Diputados por la Comisión de Ingenieros respeta su configuración, incorporando como principales novedades su ligera elevación sobre un terraplén y el empleo de materiales más resistentes, pero en ocasiones a la vez ligeros como los cierres de cañizos que caracterizan a las barracas de testeros. Así, el tejado es resuelto con una armadura de par e hilera, mientras que para los muros contempla además del cañizo varias alternativas, como la mampostería o el ladrillo, descartando por completo el tradicional adobe. En cuanto a los Proyectos de Barracas de la Junta de Madrid, la propuesta del arquitecto José Marín Baldo es la que más se inspira en la barraca tradicional, que reinterpreta sobreelevando su planta 2.40 m, la cual es sustentada por pies derechos de madera y machones de ladrillo en las esquinas y entrepaños de fachada con doble entramado de cañizo y yeso. Además, en el Pliego de condiciones facultativas y económicas para la construcción de 200 barracas se especifica de donde deben extraerse todos los materiales evidenciando el fuerte vínculo que existe entre del territorio y la arquitectura tradicional (Memoria de la inundación 1892, 252-259).

En ambas propuestas, destaca la coincidencia en el descarte del empleo del adobe para sus muros, así como la apuesta por conservar la técnica de acabado de la techumbre con paja y albardín.

Conclusiones

La riada de Santa Teresa de 1879, sin lugar a dudas, fue un hecho catastrófico que marcó a la ciudad de Murcia, pero también evidenció la solidaridad de la sociedad de la época y la resiliencia tanto de su población como de su arquitectura tradicional.

Los resultados obtenidos aportan datos sobre la gestión de la catástrofe y la posterior reconstrucción que supuso reinterpretar y aplicar tanto soluciones como técnicas constructivas tradicionales. Por una parte, en relación con la gestión inmediata destaca el proyecto del albergue transitorio por su materialidad. Por otra parte, constructivamente, la barraca murciana fue considerada la solución más adecuada, tanto por los ingenieros como por los arquitectos, al igual que el empleo de materiales tradicionales salvo el adobe, que tan solo fue propuesto por Sánchez Rodríguez en los entrepaños de sus casetas.

Al igual que en casos similares, como los mencionados terremotos del silgo XIX, la apremiante necesidad de proporcionar una rápida respuesta habitacional, pero además económica, supuso proponer la ejecución de una construcción sencilla, pero que a su vez tuviera en cuenta las necesidades de sus futuros moradores y sus raíces[1,2].

Notas

1. El texto ha sido concebido y redactado de forma unitaria por los dos autores, se especifica que al autor 1 se debe el párrafo “La riada de Santa Teresa de 1879: catástrofe, repercusión y gestión” y al autor 2 “La reconstrucción: propuestas y reinterpretación de soluciones constructivas”, mientras que la introducción y las conclusiones han sido escritas conjuntamente.
2. Este trabajo forma parte del proyecto de investigación Earth4Future: *Rehabilitación sostenible de la arquitectura de tierra y sus lecciones para la arquitectura contemporánea*, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España. (PID2022-139154OB-I00).

Lista de referencias

Arroyo Cabello, María. 2018. La riada de 1879 en El Diario de Murcia. Una campaña de prensa con repercusión internacional. En *Comunicación y espectáculo: actas del XV Congreso de la Asociación de Historiadores de la Comunicación*, coordinado por H. Lima, A. I. Reis y P. Costa, 657-675. Oporto: Universidade do Porto.

Botías Saus, Antonio. 2018. ¡Desmonta el balcón que viene la riada! *La Verdad*, 30 de septiembre 2018, disponible: https://www.laverdad.es/murcia/ciudad-murcia/desmonta-balcon-viene-20180930003906-ntvo.html.

Burgos Núñez, Antonio; del Olmo García, Juan Carlos y Sáez Pérez, María Paz. 2018. Las viviendas del terremoto de Andalucía de 1884. Una experiencia de arquitectura en serie en el mundo rural de la España del siglo XIX. *Biblio 3W: Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol. 23.

Calvo García-Tornel, Francisco. 1982. *Continuidad y cambio en la huerta de Murcia*. Murcia: Academia Alfonso X el Sabio.

Canales Martínez, Gregorio y Melis Maynar, Ana. 1999. La evolución de una arquitectura sismorresistente de la barraca a la casa introducida por Larramendi. En *La catástrofe* sísmica de 1829 y sus repercusiones, coordinado por G. Canales Martínez, 193-212. Murcia: Pictografía.

Carderera, M. 1880. Casetas y barracas para la huerta de Murcia. *Anales de la construcción y de la industria*, 6: 87-90.

Carles, Rodolfo. 1879. *La Riada de Santa Teresa. 15 de octubre de 1879*. Murcia: Tip. de El Álbum.

El Imparcial. Año XIII, núm. 4.448. Madrid, 25 de octubre de 1879.

Gaceta de Madrid. Año CCXVIII, núm. 292. Madrid, 19 de octubre de 1879. Tomo IV, p. 181.

González López, Sofía. 2014. La avenida de Santa Teresa, 14-15 de octubre de 1879, en la ciudad y término de Lorca. *Alberca*, 12:183-207.

La Ilustración española y americana. Año XXIII, núm. XL. Madrid, 30 de octubre de 1879.

La Ilustración española y americana. Año XXIII, núm. XLVIII. Madrid, 31 de diciembre de 1879.

La Spina, Vincenzina. 2016. Tierra y yeso en la arquitectura tradicional murciana. *P+C: proyecto y ciudad: revista de temas de arquitectura*, 7: 119-132.

López Briones, Marta. 1999. *1879-1999, 120 años de la riada de Santa Teresa*. Murcia: Archivo Municipal de Murcia.

Luján Ortega María y García Martínez, Tomás. 2019. *La riada de Santa Teresa de 1879, una tragedia en la Huerta de Murcia*. Murcia: Ayuntamiento de Murcia.

Martínez Jódar, Asensio. 2018. Fotografía y catástrofes en la España del siglo XIX: el reportaje sobre las inundaciones en Murcia en octubre de 1879. En *II Jornadas sobre*

investigación en historia de la fotografía, 1839-1939, un siglo de fotografía: Zaragoza, 25-27 octubre, dirigido por J. A. Hernández Latas y coordinado por F. J. Lázaro Sebastián, 47-57. Zaragoza: Instituto 'Fernando El Católico'.

Martínez Tornel, José. 1879. *A la gloria de la Noble Nación Española que socorrió a la Ciudad de Murcia en la desastrosa inundación del día 15 de octubre de 1879*. Murcia: Imprenta de El Diario.

Memoria de la inundación de Murcia, Alicante y Almería acaecida en los días 14 y 15 de Octubre de 1879 redactada por el Comité Ejecutivo nombrado por la Junta de Socorros de los vecinos de Madrid. 1892. Madrid: Imprenta y Litografía de los Huérfanos.

Memoria de la Junta de Senadores y Diputados creada por Real Decreto de 18 de octubre de 1879 para la distribución de socorros a las comarcas inundadas de las provincias de Alicante, Almería y Murcia. 1883. Madrid: Imprenta y Litografía de Nicolás González.

Pérez Gómez, Antonio y Torres Fontes, Juan. 1962. La riada de Santa Teresa. *Revista Murgetana*, 18: 35-49.

Scibilia, Federica y La Spina, Vincenzina. 2019. Ciudad y arquitectura después del terremoto del 1829 en el área de la Vega Baja del Segura y la Región de Murcia. En *Actas del Undécimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción: Soria, 9 - 12 octubre 2019*, coordinado por S. Huerta Fernández y I. J. Gil Crespo, Vol. 2: 1023-1032. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Scibilia, Federica y La Spina, Vincenzina. 2025. The debates on earthquake-resistant construction in Spain after the 1884 earthquake in Andalusia. *Journal of the Society of Architectural Historians*, 84, no. 1: 84–104.

Soldevilla Iniesta, Francisca. 2001. La barraca murciana. *Cangilón. Revista etnográfica del museo de la huerta de Murcia*, 22, 37-51.

Torres Fernández, Rosario. 2025. José Marín-Baldo Caquia. *Diccionario bibliográfico de Almería del Instituto de Estudios Almerienses,* disponible: https://www.dipalme.org/Servicios/IEA/edba.nsf/xlecturabiografias.xsp?ref=302.

ISBN 978-84-09-84450-0